



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

PATENT APPLICATION of
Inventor(s): Nishioka et al.

4 / Priority
Doc.
E. Willis
4 - 8 - 02

Appln. No.: 09 | 957,471
Series ↑ | ↑ Serial N .
Cod

Group Art Unit: Unassigned

Filed: September 21, 2001

Examiner: Unassigned

Title: OPTICAL APPARATUS

Atty. Dkt. P 283651 | OL97501N-US
M# | Client Ref.

Date: November 21, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY
DOCUMENT IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

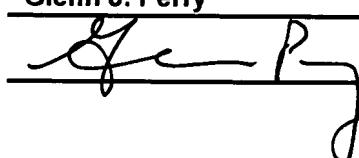
<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-388165	Japan	December 21, 2000
2001-09951	Japan	January 18, 2001

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard
McLean, VA 22102
Tel: (703) 905-2000

Atty/Sec: gjp/dlh

By Atty: Glenn J. Perry Reg. No. 28458
Sig:  Fax: (703) 905-2500
Tel: (703) 905-2161



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

(1/2)

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月21日

出願番号

Application Number:

特願2000-388165

出願人

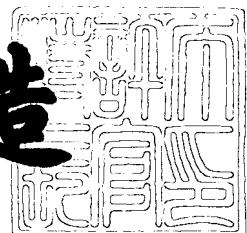
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2001年10月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3094886

【書類名】 特許願
 【整理番号】 00P02713
 【提出日】 平成12年12月21日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G03B 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学
工業株式会社内

【氏名】 西岡 公彦

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代表者】 岸本 正壽

【代理人】

【識別番号】 100065824

【氏名又は名称】 篠原 泰司

【選任した代理人】

【識別番号】 100104983

【氏名又は名称】 藤中 雅之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710227

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 単体で撮像可能な電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な、表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【請求項2】 静電気力、電磁力、圧電効果、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化のうちの少なくとも2つを用いた光学特性可変光学素子。

【請求項3】 光学特性可変光学素子を有する携帯電話。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

これまでのデジタルカメラは、画像表示装置と撮像レンズ、固体撮像装置が一つの箱体に固定的に収められた構成となっているため、コンパクトにならず重いという欠点や、固体撮像素子が高画素化していくこと等により、すぐに装置全体としての機能が陳腐化してしまうという欠点があった。また、携帯電話、携帯情報端末、カプセル内視鏡、その他の内視鏡等においては、小型、軽量、低消費電力の撮像系が望まれているが、レンズ等でできた光学系をモータで駆動する従来の方法を用いて撮像系を構成したのでは、大型で重く、消費電力が大きくなってしまうという欠点があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は、この点に鑑みてなされたものであり、小型、軽量で機能のグレードアップ、拡張性に富むデジタルカメラ及びそのシステム等の光学装置を提供するものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明の光学装置は、例えば、単体で撮像可能な電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な、表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システムである。

【0005】

また、本発明の光学装置は、例えば、静電気力、電磁力、圧電効果、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化のうちの少なくとも2つを用いた光学特性可変光学素子である。

【0006】

また、本発明の光学装置は、例えば、光学特性可変光学素子を有する携帯電話である。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

図1は本発明の光学装置の一実施例に係るデジタルカメラの一つの使用状態を示す部分斜視図、図2は本実施例に係るデジタルカメラの他の使用状態を示す斜視図である。

本発明の光学装置は、例えば、図1に示すような、単体で撮像可能であり、かつ、表示装置を備えないカード型のデジタルカメラ（以下デジカメと略記）1と、図2に示すような、表示装置2を有し、カード型デジカメ1を接続可能なケース3とで、撮像および表示が可能なデジカメを構成するようになっている。

なお、図1中、4はシャッターボタン、5は光学ファインダー、6は撮像する人の眼、7は被写体、8は撮像系、9はケースと電気的に接続するための接点を示し、図2中、10は物体面側に向けてケースに設けたストロボを示している。

【0008】

本実施例によれば、カード型デジカメ1だけを用いて、撮像専用のデジカメとして機能させて撮像することができる。また、カード型デジカメ1は、ケース3に収納でき、収納した状態でも撮像することができる。また、この場合には撮像した画像を表示装置2に表示させて観察することができる。このため、表示装置2が不要な場合には、カード型デジカメ1単体で撮像することで、軽量なデジカ

メとなり、表示装置2が必要な場合には、ケース3と組合せて使用することができる。

【0009】

また、本実施例によれば、技術の進歩とともにデジカメに内蔵される固体撮像素子が高画素化等しても、カード部分をグレードアップしたものに交換すればよく、装置全体を陳腐化させずに済む。

【0010】

このことを図3を用いて説明する。図3は、本実施例に適用可能な本発明に係る光学装置のシステム図である。

本システムでは、図3の左側に示すそれぞれのカード（即ち、広角レンズカード1、標準レンズカード1₀₄、望遠レンズカード1₀₅、ズームレンズカード1₀₆、接写レンズカード1₀₇、複眼薄型カード1₀₃、立体レンズカード1₀₈、VTRカメラカード1₀₉、TV、FMカード1₀₂、BSデジタルカード1₁₀、ナビゲーションカード1₁₁、携帯電話カード1₁₂、AUDIOカード1₁₃、高画素カード1₀₁、MOSカード1₁₄、太陽電池カード1₁₅、広角レンズ・AUDIOカード1₁₆、広角レンズ・バッテリーカード1₁₇）と、右側のケース（即ち、LCDケース3、高精細LCDケース2₀₁、LCD・スピーカケース2₀₂、ペーパーディスプレイケース2₀₅、有機ELケース2₀₆、太陽電池ケース2₀₇、追加バッテリーケース2₀₃、フロントコンバージョンレンズケース（接写、広角、望遠）2₀₈、追加メモリーケース2₀₉、PDA（パーソナルデジタルアシスタント）ケース2₁₀、TV・BSデジタルケース2₁₁、携帯パソコンケース2₁₂、ラジオケース2₀₄、携帯電話ケース2₁₃、データ転送ケース2₁₄）とを自由に組合せることによって一つの光学装置を構成することができるようになっている。なお、それぞれのカード、ケースは、単体でも機能するように構成されている。

図3は、「カード」と「ケース」との組み合わせ可能な様々な実施例を示している。

本実施例のカード型デジカメ1は、これらのカードの一つに該当し（図3では、広角レンズカードを該当させてある）、ケース3はこれらのケースの一つに該当する（図3では、LCDケースを該当させてある）。

麦克、道加尔、于1972年提出⁰³一种表示装置为“飞电单体飞线能场”（

〔0015〕

たる、上記の方式のうち電波伝送、搬送機能をもつて電線能手の電の伝送装置を構成する。この電波伝送装置は、FM方式のAM方式の各種放送の受信機能を有し、TV・FM方式のAM方式の各種放送の受信機能を有する。この電波伝送装置は、AM方式のAM方式の各種放送の受信機能を有する。この電波伝送装置は、AM方式のAM方式の各種放送の受信機能を有する。

〔0014〕

）之稱有之書之註、原則之《太極圖說》之註述其《太極圖說》、單体之《太極圖說》可能已
構成之書之註、它已之各名稱之書之《太極能電》之書之註述其《太極圖說》。
）之稱有之書之註、原則之《太極圖說》之註述其《太極圖說》、單体之《太極圖說》可能已
構成之書之註、它已之各名稱之書之《太極能電》之書之註述其《太極圖說》。

[100]

、图3显示了高精度LCD（液晶显示器）具有以下特点（高精度LCD
特点包括：高清晰度、分辨率高、色彩还原准确、对比度高、亮度高、耗电低、寿命长等。）

[10012]

[1100]

この場合はバッテリーとして機能する) ケースについては表示装置を備えない構成としてもよい。追加バッテリーケース 2₀₃は、長時間の撮像がカードとの組合せで実現できるように追加のバッテリーを供給するように構成されたケースである。また、太陽電池ケース 2₀₇も太陽電池を介して電流を供給するように構成されたケースである。

【0016】

また、ラジオケース 2₀₄のように、カードを組み合わせることなくケース単体で機能させてもよい。ラジオケース 2₀₄は、FM・AM・SW等のラジオとして、ケース単体で機能するように構成されている。

【0017】

また、表示装置を備えたケースとしては、各カードを包むことができるペーパーディスプレイを備えた構成としてもよい。ペーパーディスプレイケース 2₀₅は、表示装置としての機能の他に、通常のカメラの皮革あるいは布製のケースのようにカードを外的ショックから守る役目も果たしている。

図4に、ペーパーディスプレイケース 2₀₅とカード型デジカメ1とを組合せた状態を示す。

ペーパーディスプレイケース 2₀₅は、その内部にカード型デジカメ1を収納した状態でも撮像できるように構成されている。

なお、図4中22はペーパーディスプレイ、23は凸ボタン、24は凹ボタンを示している。ボタン23とボタン24を嵌め合わせることで、内部に収納したカード1が外部に飛び出さないように固定することができるようになっている。

【0018】

そして、図3に示す、各カード、ケースは、パーソナルコンピュータ（以下、パソコン）に直接接続できるように構成してもよい。

そのように構成すれば、パソコンを介して接続した画像、文字、音声、電源等の処理、蓄積、転送等が可能になる。

なお、カードとケースの接続は、第1実施例として用いた図1、2のデジタルカメラの例では、機械的な接触式の接点を前提とした構成で説明したが、これに限らず、カードとケースとが、ケーブルによる接続（赤外）光による光通信接続

、Bluetooth等による無線接続等で接続されるように構成してもよい。

【0019】

また、複眼薄型カード1₀₃は、特にカードの厚さを薄型に構成したカード型デジカメで、撮像系に複眼を用いることによって厚さを薄くしている。

図5は複眼薄型カードの一実施例を示す説明図である。本実施例の複眼薄型カード₀₃は、カード内部に固体撮像素子20の物体側に4つのレンズ24を近接配置して構成されている。但し、図5においては、紙面の奥側に2つのレンズが隠れており見えていない。

【0020】

本実施例の複眼薄型カード1₀₃によれば、レンズ24を介して4つに分割された倒立像が固体撮像素子20の上に形成されるが、その後のパソコンなどの画像処理手段を介して画像処理によって4つに分割された倒立像を1つにつなぎあわせることで、通常の光学系を配置したカードを用いた場合と同様の画像が得られる。

本実施例の複眼薄型カード1₀₃のレンズ構成は、本発明の撮像装置や、光学製品内部の撮像系すべてに適用でき、例えば、図1の撮像系8や、後述の図7に示す撮像系8に用いることができる。

【0021】

図6は本発明の光学装置の他の実施例を示す斜視図である。

本実施例の光学装置は、図1～3に示したシステムを構成する「カード」と「ケース」をそれぞれ2つの箱型の形状に形成して構成されている。図6中、31は撮像ボックスAであり、図1～3のカード型デジカメ1と同様の機能を有し、32は表示ボックスBであり、図1～3のカード3と同様の機能を有している。その他、図6中、図1～2と同様の構成部材には同じ番号を付し説明は省略する。

なお、A、Bの両ボックスは、互いにネジ、バヨネット等を介して接続可能に構成されている。また、ボックスAは単体でも、ボックスAとボックスBとが接続した状態でも撮像できるように構成されている。

また、A、Bの両ボックスは、図3の「ケース」、「カード」に相当する機能

を有する様々なバリエーションのボックスとして構成することが可能である。

【0022】

図7は本発明の光学装置のさらに他の実施例を示す概略構成図である。本実施例の光学装置は、撮像系8を有する携帯電話40を構成している。撮像系8としては後述する光学特性可変素子を含むように構成すると良い。光学特性可変素子を用いれば、フォーカス、あるいはズームを行う場合に、モータを用いてレンズを移動させる場合に比べて低消費電力で済むからである。撮像系8としては、例えば、後述する図26の撮像ユニット104、図34の電子撮像装置201、図33の可変焦点レンズ190等を用いることができる。光学特性可変素子を含む撮像系8で、花、虫のような近接物体を接写ができるようにフォーカスして撮影できるようにすると良い。

【0023】

なお、撮像系8を携帯電話40に一体的に設けるかわりに、外付けの電子撮像装置として構成し、アダプター式に携帯電話40に取り付けることができるよう構成してもよい。

また、撮像系8は、デジタルカメラ、テレビ電話等に用いてもよい。

さらに、撮像系8は、通常の室内に設置されている固定式の電話に設けてもちろん良い。

さらにまた、撮像系8は、BSデジタルテレビ、BSデジタルテレビのリモコン、ゲームマシン、ゲームマシンのリモコン、パソコンのマウス、パソコンのキーボード、パソコンのモニター等に設けて、画像入力手段、情報発信手段として用いてもよい。

以上のような各種装置に光学特性可変光学素子を有する撮像系8を用いれば、装置を小型化、軽量化、低消費電力化できるというメリットがある。

【0024】

図8は本発明の光学装置のさらに他の実施例に係る、後述する可変焦点レンズ56を用いた可変焦点眼鏡55の説明図である。

高年齢の人は眼の焦点調節作用が弱くなるが、可変焦点レンズ56付の眼鏡を用いれば近点から遠点までピントの合った像を見ることができ便利である。

可変焦点レンズ56としては、図9に示す圧電材料を用いたものの他、後述する図28、図29、図30の実施例等に示された構成のものが利用できる。なお、図9中、161は流体、163は透明基板、168は流体溜めである。

【0025】

図10は本発明の光学装置に用いられる静電気力を利用した可変焦点レンズ62の一実施例を示す概略構成図である。

本実施例の可変焦点レンズ62は、透明な部材60が電圧値により変形することでレンズの形がかわり、可変焦点が実現できるようになっている。なお、図10中161は流体、163は透明基板、168は流体溜めである。

また、透明な部材60の変形のために、静電気力のかわりに電磁力を用いてもよい。なお、その点に関しては、可変ミラーの例を用いて後述することとする。

【0026】

図11は本発明の光学装置のさらに他の実施例に係る、可変ミラー301、302を用いたビデオプロジェクター（液晶プロジェクターと呼ぶこともある）303の概略構成図である。

図11中、304はレンズ、305は表示デバイス（液晶表示素子、有機EL等）、306はバックライト、307は電子回路、308はノート型パソコン、309はスクリーンを示している。

本実施例によれば、2枚の可変ミラーを用いているので、レンズを動かすことなく、ズーム、フォーカス、変倍等ができる、便利である。

なお、本実施例の構成においては、可変ミラー301又は302のかわりに可変焦点レンズ310を配置してもよく、少なくとも2つ以上の光学特性可変光学素子があれば、ズーム、フォーカス、変倍が実現できる。

また、可変ミラー301、302、可変焦点レンズ310としては、本発明の他の実施例、明細書中で述べている可変ミラー、可変焦点レンズ、等が利用できる。

【0027】

次に、可変ミラーについて説明する。

図12は、本発明の光学装置のさらに他の実施例に係る、光学特性ミラーを用

いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。もちろん、銀塩フィルムカメラにも使える。まず、光学特性可変ミラー409について説明する。

【0028】

光学特性可変ミラー409は、アルミコーティングされた薄膜（反射面）409aと複数の電極409bからなる光学特性可変ミラー（以下、単に可変ミラーと言う。）であり、411は各電極409bにそれぞれ接続された複数の可変抵抗器、412は可変抵抗器411と電源スイッチ413を介して薄膜409aと電極409b間に接続された電源、414は複数の可変抵抗器411の抵抗値を制御するための演算装置、415、416及び417はそれぞれ演算装置414に接続された温度センサー、湿度センサー及び距離センサーで、これらは図示のように配設されて1つの光学装置を構成している。

【0029】

なお、対物レンズ902、接眼レンズ901、及び、プリズム404、二等辺直角プリズム405、ミラー406及び可変ミラーの各面は、平面でなくてもよく、球面、回転対称非球面の他、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは、対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点又は線を有する面等、いかなる形状をしていてもよく、さらに、反射面でも屈折面でも光に何らかの影響を与え得る面ならばよい。以下、これらの面を総称して拡張曲面という。

【0030】

また、薄膜409aは、例えば、P.Rai-choudhury編、*Handbook of Micro lithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 2: Micromachining and Microfabrication*, P495, Fig.8.58, SPIE PRESS刊やOptics Communication, 140巻(1997年) P187~190に記載されているメンブレンミラーのように、複数の電極409bとの間に電圧が印加されると、静電気力により薄膜409aが変形してその面形状が変化するようになっており、これにより、観察者の視度に合わせたピント調整ができるだけでなく、さらに、レンズ901、902及び／又はプリズム404、二等辺直角プリズム405、ミラー406の温度や湿度

変化による変形や屈折率の変化、あるいは、レンズ枠の伸縮や変形及び光学素子、枠等の部品の組立誤差による結像性能の低下が抑制され、常に適正にピント調整並びにピント調整で生じた収差の補正が行われ得る。

なお、電極409bの形は、例えば図14、15に示すように、薄膜409aの変形のさせ方に応じて選べばよい。

【0031】

本実施例によれば、物体からの光は、対物レンズ902及びプリズム404の各入射面と射出面で屈折され、可変ミラー409で反射され、プリズム404を透過して、二等辺直角プリズム405でさらに反射され（図12中、光路中の+印は、紙面の裏側へ向かって光線が進むことを示している。）、ミラー406で反射され、接眼レンズ901を介して眼に入射するようになっている。このように、レンズ901、902、プリズム404、405、及び、可変ミラー409によって、本実施例の光学装置の観察光学系を構成しており、これらの各光学素子の面形状と肉厚を最適化することにより、物体面の収差を最小にすることができるようになっている。

【0032】

すなわち、反射面としての薄膜409aの形状は、結像性能が最適になるよう演算装置414からの信号により各可変抵抗器411の抵抗値を変化させることにより制御される。すなわち、演算装置414へ、温度センサー415、温度センサー416及び距離センサー417から周囲温度及び湿度並びに物体までの距離に応じた大きさの信号が入力され、演算装置414は、これらの入力信号に基づき周囲の温度及び湿度条件と物体までの距離による結像性能の低下を補償すべく、薄膜409aの形状が決定されるような電圧を電極409bに印加するよう、可変抵抗器411の抵抗値を決定するための信号を出力する。このように、薄膜409aは電極409bに印加される電圧すなわち静電気力で変形せられるため、その形状は状況により非球面を含む様々な形状をとり、印加される電圧の極性を変えれば凸面とすることもできる。なお、距離センサー417はなくてもよく、その場合、固体撮像素子408からの像の信号の高周波成分が略最大になるように、デジタルカメラの撮像レンズ403を動かし、その位置から逆に

物体距離を算出し、可変ミラーを変形させて観察者の眼にピントが合うようすればよい。

【0033】

また、薄膜409aをポリイミド等の合成樹脂で製作すれば、低電圧でも大きな変形が可能であるので好都合である。なお、プリズム404と可変ミラー409を一体的に形成してユニット化することができるが、このユニットは本発明による光学装置の1例である。

【0034】

また、図示を省略したが、可変ミラー409の基板上に固体撮像素子408をリソグラフィープロセスにより一体的に形成してもよい。

【0035】

また、レンズ901、902、プリズム404、405、ミラー406は、プラスチックモールド等で形成することにより任意の所望形状の曲面を用意に形成することができ、製作も簡単である。なお、本実施例の撮像装置では、レンズ901、902がプリズム404から離れて形成されているが、レンズ901、902を設けることなく収差を除去することができるようプリズム404、405、ミラー406、可変ミラー409を設計すれば、プリズム404、405、可変ミラー409は1つの光学ブロックとなり、組立が容易となる。また、レンズ901、902、プリズム404、405、ミラー406の一部あるいは全部をガラスで作製してもよく、このように構成すれば、さらに精度の良い撮像装置が得られる。

【0036】

なお、図12の例では、演算装置414、温度センサー415、温度センサー416、距離センサー417を設け、温湿度変化、物体距離の変化等も可変ミラー409で補償するようにしたが、そうではなくてもよい。つまり、演算装置414、温度センサー415、温度センサー416、距離センサー417を省き、観察者の視度変化のみを可変ミラー409で補正するようにしてもよい。

【0037】

次に、可変ミラー409の構成について述べる。

【0038】

図13は、可変ミラー409の他の実施例を示しており、この実施例では、薄膜409aと電極409bとの間に圧電素子409cが介装されていて、これらが支持台423上に設けられている。そして、圧電素子409cに加わる電圧を各電極409b毎に変えることにより、圧電素子409cに部分的に異なる伸縮を生じさせて、薄膜409aの形状を変えることができるようになっている。電極409bの形は、図14に示すように、同心分割であってもよいし、図15に示すように、矩形分割であってもよく、その他、適宜の形のものを選択することができる。図中、424は演算装置414に接続された振れ（ブレ）センサーであって、例えばデジタルカメラの振れを検知し、振れによる像の乱れを補償するよう薄膜409aを変形させるべく、演算装置414及び可変抵抗器411を介して電極409bに印加される電圧を変化させる。このとき、温度センサー415、温度センサー416及び距離センサー417からの信号も同時に考慮され、ピント合わせ、温湿度補償等が行われる。この場合、薄膜409aには圧電素子409cの変形に伴う応力が加わるので、薄膜409aの厚さはある程度厚めに作られて相応の強度を持たせるようにするのがよい。

【0039】

図16は、可変ミラー409のさらに他の実施例を示している。この実施例は、薄膜409aと電極409bの間に介置される圧電素子が逆方向の圧電特性を持つ材料で作られた2枚の圧電素子409c及び409c'で構成されている点で、図13に示された実施例とは異なる。すなわち、圧電素子409cと409c'が強誘電性結晶で作られているとすれば、結晶軸の向きが互いに逆になるように配置される。この場合、圧電素子409cと409c'は電圧が印加されると逆方向に伸縮するので、薄膜409aを変形させる力が図13に示した実施例の場合よりも強くなり、結果的にミラー表面の形を大きく変えることができるという利点がある。

【0040】

圧電素子409c、409c'に用いる材料としては、例えばチタン酸バリウム、ロッシャエル塩、水晶、電気石、リン酸二水素カリウム（KDP）、リン酸二

水素アンモニウム(ADP)、ニオブ酸リチウム等の圧電物質、同物質の多結晶体、同物質の結晶、 $PbZrO_3$ と $PbTiO_3$ の固溶体の圧電セラミックス、二フッ化ポリビニール(PVDF)等の有機圧電物質、上記以外の強誘電体等があり、特に有機圧電物質はヤング率が小さく、低電圧でも大きな変形が可能であるので、好ましい。なお、これらの圧電素子を利用する場合、厚さを不均一にすれば、上記実施例において薄膜409aの形状を適切に変形させることも可能である。

【0041】

図17は、可変ミラー409のさらに他の実施例を示している。この実施例では、圧電素子409cが薄膜409aと電極409dとにより挟持され、薄膜409aと電極409d間に演算装置414により制御される駆動回路425を介して電圧が印加されるようになっており、さらにこれとは別に、支持台423上に設けられた電極409bにも演算装置414により制御される駆動回路425を介して電圧が印加されるように構成されている。したがって、この実施例では、薄膜409aは電極409dとの間に印加される電圧と電極409bに印加される電圧による静電気力とにより二重に変形され得、上記実施例に示した何れのものよりもより多くの変形パターンが可能であり、かつ、応答性も速いという利点がある。

【0042】

そして、薄膜409a、電極409d間の電圧の符号を変えれば、可変ミラーを凸面にも凹面にも変形させることができる。その場合、大きな変形を圧電効果で行ない、微細な形状変化を静電気力で行なってもよい。また、凸面の変形には圧電効果を主に用い、凹面の変形には静電気力を主に用いてもよい。なお、電極409dは電極409bのように複数の電極から構成されてもよい。この様子を図17に示した。なお、本願では、圧電効果と電歪効果、電歪をすべてまとめて圧電効果と述べている。従って、電歪材料も圧電材料に含むものとする。

【0043】

図18は、可変ミラー9のさらに他の実施例を示している。この実施例は、電磁気を利用して反射面の形状を変化させ得るようにしたもので、支持台423

の内部底面上には永久磁石426が、頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等からなる基板409eの周縁部が載置固定されており、基板409eの表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜409aが付設されていて、可変ミラー409を構成している。基板409eの下面には複数のコイル427が配設されており、これらのコイル427はそれぞれ駆動回路428を介して演算装置414に接続されている。したがって、各センサー415、416、417、424からの信号によって演算装置414において求められる光学系の変化に対応した演算装置414からの出力信号により、各駆動回路428から各コイル427にそれぞれ適当な電流が供給されると、永久磁石426との間に働く電磁気力で各コイル427は反発又は吸着され、基板409e及び薄膜409aを変形させる。

【0044】

この場合、各コイル427はそれぞれ異なる量の電流を流すようにすることもできる。また、コイル427は1個でもよいし、永久磁石426を基板409eに付設しコイル427を支持台423の内部底面側に設けるようにしてもよい。また、コイル427はリソグラフィー等の手法で作るとよく、さらに、コイル427には強磁性体よりなる鉄心を入れるようにしてもよい。

【0045】

図19は、可変ミラー409のさらに他の実施例を示している。この実施例では、基板409eの下面に薄膜コイル428'が設けられ、これに対向して支持体423の内部底面上にコイル427が設けられている。そして、薄膜コイル428'には必要に応じて適切な電流を供給するための可変抵抗器411、電源412及び電源スイッチ413が接続されている。また、各コイル427にはそれぞれ可変抵抗器411が接続されており、さらに、各コイル427と可変抵抗器411に電流を供給するための電源412とコイル427に流す電流の方向を変えるための切換え兼電源開閉用のスイッチ429が設けられている。したがって、この実施例によれば、可変抵抗器411の抵抗値をそれぞれ変えることにより、各コイル427と薄膜コイル428'との間に働く電磁気力を変化させ、基板409eと薄膜409aを変形させて、可動ミラーとして動作させることができ

る。また、スイッチ429を反転しコイル427に流れる電流の方向を変えることにより、薄膜409aを凹面にも凸面にも変えることができる。

この場合、薄膜コイル428'の巻密度を、図20に示すように、場所によって変化させることにより、基板409e及び薄膜409aに所望の変形を与えるようにすることもできる。また、図21に示すように、コイル427は1個でもよいし、また、これらのコイル427には強磁性よりなる鉄心を挿入してよい。また、支持台423により形成される空間内へ磁性流体を充填すれば、電磁気力はさらに強くなる。

【0046】

図22は、可変ミラー409のさらに他の実施例を示している。この実施例では、基板409eは鉄等の強磁性体で作られており、反射膜としての薄膜409aはアルミニウム等からなっている。この場合、薄膜コイルを設けなくてもすむから、例えば図19に示した実施例に比べると、構造が簡単で、製造コストを低減することができる。また、電源スイッチ413を切換え兼電源開閉用スイッチ429（図19参照）に置換すれば、コイル427に流れる電流の方向を変えることができ、基板409e及び薄膜409aの形状を自由に変えることができる。図23はこの実施例におけるコイル427の配置を示し、図24はコイル427の他の配置例を示しているが、これらの配置は、図18及び図19に示した実施例にも適用することができる。なお、図25は、図18に示した実施例において、コイル427の配置を図24に示したようにした場合に適する永久磁石426の配置を示している。すなわち、図25に示すように、永久磁石426を放射状に配置すれば、図18に示した実施例に比べて、微妙な変形を基板409e及び薄膜409aに与えることができる。また、このように電磁気力を用いて基板409e及び薄膜409aを変形させる場合（図18、図19及び図22の実施例）は、静電気力を用いた場合よりも低電圧で駆動できるという利点がある。

【0047】

以上いくつかの可変ミラーの実施例を述べたが、ミラーの形を変形させるのに、図17の例に示すように、2種類以上の力を用いててもよい。つまり静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、温度変化、電磁波等のうち

から2つ以上を同時に用いて可変ミラーを変形させてもよい。つまり2つ以上の異なる駆動方法を用いて光学特性可変光学素子を作れば、大きな変形と微細な変形とを同時に実現でき、精度の良い鏡面が実現できる。そしてこの考え方は以下に述べる可変焦点レンズにも適用できる。

【0048】

図26は本発明のさらに他の実施例に係る、可変ミラー101を用いた撮像系、例えば携帯電話のデジタルカメラ、カプセル内視鏡、電子内視鏡、パソコン用デジタルカメラ、PDA用デジタルカメラ等に用いられる撮像系の概略構成図である。

本実施例の撮像系は、可変ミラー101と、レンズ102と、固体撮像素子20と、制御系103とで一つの撮像ユニット104を構成している。本実施例の撮像ユニット104では、レンズ102を通った物体からの光は可変ミラー101で集光され、固体撮像素子20の上に結像する。可変ミラー101は、光学特性可変光学素子の一種であり、可変焦点ミラーとも呼ばれている。

【0049】

本実施例によれば、物体距離が変わっても可変ミラー101を変形させることでピント合わせをすることができ、レンズをモータ等で駆動する必要がなく、小型化、軽量化、低消費電力化の点で優れている。また、撮像ユニット104は本発明の撮像系8としてすべての実施例で用いることができる。

なお、図26では、制御系103にコイルを用いたトランスの昇圧回路を含む制御系の構成例を示している。特に積層型圧電トランスを用いると、小型化できてよい。昇圧回路は本発明においてすべての電気を用いる可変ミラー、可変焦点レンズに用いることができるが、特に静電気力、圧電効果を用いる場合の可変ミラー、可変焦点レンズに有用である。

【0050】

図27は本発明のさらに他の実施例に係る、可変焦点レンズ140を用いた撮像ユニット141の概略構成図である。撮像ユニット141は本発明の撮像系8としてすべての実施例で用いることができる。

本実施例では、レンズ102と可変焦点レンズ140とで、撮像レンズを構成

している。そして、この撮像レンズと固体撮像素子20とで撮像ユニット141を構成している。可変焦点レンズ140は、透明な部材142と圧電性のある合成樹脂等の柔らかい透明物質143とで、光を透過する流体あるいはゼリー状物質144を挟んで構成されている。

【0051】

流体あるいはゼリー状物質144としては、シリコンオイル、弾性ゴム、ゼリー、水等を用いることができる。透明物質143の両面には透明電極145が設けられており、回路103'を介して電圧を加えることで、透明物質143の圧電効果により透明物質143が変形し、可変焦点レンズ140の焦点距離が変わることになっている。

従って、本実施例によれば、物体距離が変わった場合でも光学系をモーター等で動かすことなくフォーカスができる、小型、軽量、消費電力が少ない点で優れている。

【0052】

なお、図27中、146は流体をためるシリンダーである。また、透明物質143の材質としては、ポリウレタン、シリコンゴム、アクリルエラストマー、PZT、PLZT、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)等の高分子圧電体、シアノ化ビニリデン共重合体、ビニリデンフルオライドとトリフルオロエチレンの共重合体等が用いられる。

圧電性を有する有機材料や、圧電性を有する合成樹脂、圧電性を有するエラストマー等を用いると可変焦点レンズ面の大きな変形が実現できてよい。

可変焦点レンズには透明な圧電材料を用いるとよい。また、これらの材料は圧電効果を用いた可変ミラーに用いてもよい。その場合には、変形量の大きい可変ミラーができる。

【0053】

なお、図27の例で、可変焦点レンズ140は、シリンダー146を設けるかわりに、図28に示すように、支援部材147を設けてシリンダー146を省略した構造にしてもよい。

支援部材147は、間に透明電極145を挟んで、透明物質143の一部の周

辺部分を固定している。本実施例によれば、透明物質143に電圧をかけることによって、透明物質143が変形しても、図29に示すように、可変焦点レンズ140全体の体積が変わらないように変形するため、シリンダー146が不要になる。なお、図28、29中、148は変形可能な部材で、弾性体、アコードィオン状の合成樹脂または金属等できている。

【0054】

図27、図28に示す実施例では、電圧を逆に印加すると透明物質143は逆向きに変形するので凹レンズにすることも可能である。

なお、透明物質143に電歪材料、例えば、アクリルエラストマー、シリコンゴム等を用いる場合は、透明物質143を透明基板と電歪材料を貼り合わせた構造にするとよい。

【0055】

図30は可変焦点レンズのさらに他の実施例に係る、マイクロポンプ160で流体161を出し入れし、レンズ面を変形させる可変焦点レンズ162の概略構成図である。

マイクロポンプ160は、例えば、マイクロマシンの技術で作られた小型のポンプで、電力で動くように構成されている。流体161は、透明基板163と、弾性体164との間に挟まれている。図30中、165は弾性体164を保護するための透明基板で、設けなくてもよい。

マイクロマシンの技術で作られたポンプの例としては、熱変形を利用したもの、圧電材料を用いたもの、静電気力を用いたものなどがある。

【0056】

図31はマイクロポンプの一実施例を示す概略構成図である。本実施例のマイクロポンプ180では、振動板181は静電気力、圧電効果等の電気力により振動する。図31では静電気力により振動する例を示しており、図31中、182、183は電極である。また、点線は変形した時の振動板181を示している。振動板181の振動に伴い、2つの弁184、185が開閉し、流体161を右から左へ送るようになっている。このように構成されたマイクロポンプ180を、例えば、図30に示す可変焦点レンズに用いるマイクロポンプ160のように

、2つ用いればよい。

【0057】

図32は、マイクロポンプ180を用いた可変ミラーの一実施例を示す概略構成図である。本実施例の可変ミラー188では、反射膜189が流体161の量に応じて凹凸に変形することで、可変ミラーとして機能する。

【0058】

図33は圧電効果で変形する可変焦点レンズの一実施例を示す概略構成図である。

本実施例では、可変焦点レンズ190は、2つの可変焦点レンズ190A, 190Bからなる。可変焦点レンズ190Aと可変焦点レンズ190Bは、パイプ等の流路を介して連通しており、流体161が可変焦点レンズ190Aと可変焦点レンズ190Bとの間を行ったり来たりするようになっている。さらに可変焦点レンズ190Aと可変焦点レンズ190Bは、それぞれに設けられている弾性体164の変形方向が逆になるように、それぞれの弾性体164に対して異符号の電圧が加わるようになっている。

このため、本実施例の可変焦点レンズ190によれば、流体溜め168が不要になる点で優れている。また本実施例の可変焦点レンズ190は、二個の可変焦点レンズ190A, 190Bが同時に実現できるため、ズームレンズ、広いフォーカス範囲を望む光学系、変倍光学などに好適である。

【0059】

図33では、固体撮像素子20と組合せたズーム撮像系（デジタルカメラ、カムコーダ用）の実施例を示している。なお、可変焦点レンズ190A, 190Bの駆動手段としては、もちろん、圧電効果でなく、例えば静電気力、電磁力等で可変焦点レンズ190A, 190Bを駆動してもよく、あるいは一方の駆動方式のみを異ならせててもよい。あるいは、弾性体164の表面に反射膜を設けて、2つの可変ミラーを作ってもよいし、一方が可変ミラー、もう一方が可変焦点レンズとなるようにしてもよい。

本実施例の基本思想は、同様の用途に用いられる流体161を複数の光学特性可変光学素子で共有するという考え方であり、従って、3つ以上の光学特性可変

素子を用いて上記のような可変ミラーや可変焦点レンズを備えた撮像系を構成してもよい。なお、本実施例において流体161の変わりに、図27の実施例と同様にゼリー状物質を用いてもよい。

【0060】

なお、静電気力、圧電効果を用いた可変ミラー、可変焦点レンズなどにおいては、駆動用に高電圧が必要になる場合がある。その場合には、例えば図31に示すように、昇圧用のトランス、あるいは圧電トランス等を用いて制御系を構成するとよい。

【0061】

図34は本発明のさらに他の実施例に係る、可変ミラー200を用いた電子撮像装置の概略構成図である。本実施例の電子撮像装置201では、自由曲面プリズム202は光路を紙面内で屈曲させるだけでなく、紙面に対し垂直な方向（図34においては紙面の奥側）にも曲げるよう形成されており、電子撮像装置201の厚さAを薄くする効果を奏している。つまり自由曲面プリズム202では、入射光軸と射出光軸とがネジレの関係にある。図34中、203はレンズで、レンズ面は回転対称面でも、自由曲面でもよい。可変ミラー200、自由曲面プリズム202、レンズ203は、ともに光学面の形状を拡張曲面に形成すると良い。なお、本実施例の電子撮像装置201は、カード型デジタルカメラにももちろん用いることができる。

【0062】

ここで、可変ミラー200について詳述する。可変ミラー200の電極204に異なる電圧をかけることで反射面205は様々な形状に変形しうる。たとえば、反射光軸の方向を結像状態に向かわせてフォーカス、ズーム等を行うように変形する。しかし、ここで例えば、図35に示すように反射光軸の方向を結像状態から大きく異なるように変形させて、入射光を、例えば、ほぼ、もと来た方向に戻し、固体撮像素子20に入射する光が少なくなるようにすることができる。すると、電子撮像装置201はいわゆるシャッターあるいは絞りとして動作するため、通常の機械的シャッターを省略できるというメリットがある。つまり、本実施例の電子撮像装置201は光量調整作用をも有している。

なお、可変ミラー200を、図36に示すように、マイクロポンプ160を併用して反射面205を凸面に変形させ光を発散させて同様の効果を得るように構成してもよい。

【0063】

また、このようにシャッターあるいは絞り作用を兼用させることは可変ミラーの他に可変焦点レンズでも可能である。

図37はシャッターあるいは絞り作用を兼用させる可変焦点レンズの一実施例を示す概略構成図である。本実施例の可変焦点レンズは、圧電材料210を備えてなり、高電圧をかけることで強い凹面を作り光束を発散させてシャッター又は絞りのかわりとするようになっている。

【0064】

このような、可変ミラー、可変焦点レンズにおける光量調節あるいは光量減少の効果は、特に固体撮像素子20の電荷転送時に行うと、ブルーミングを生じないようにすることができる有利である。これらの光量を変化させる作用はいずれも光学特性可変光学素子の光偏光特性の変化に基づいている。

【0065】

図38は本発明のさらに他の実施例に係る、異なる駆動方法で動く2つの光学特性可変素子（ここでは可変ミラー）220, 221, 222を用いた車載用テレビカメラ（自動車に搭載するTVカメラ）の概略構成図である。

本実施例の車載用テレビカメラは、TVモニター223と、電子回路224と、2つの自由曲面プリズム225, 226と、可変ミラー220, 221とで、画角が可変で、かつ、オートフォーカスの光学系を構成している。

なお、図38中、20は固体撮像素子、145は透明電極、227は絞り、228は反射膜である。

可変ミラー220は静電気で駆動されるので応答が早くオートフォーカスを行い、一方、流体で駆動させる可変ミラー221は変形量が大きいので画角の変更あるいは視野方向の変更を行なうのに用いられる。

【0066】

本実施例のように異なる駆動方法の光学特性可変素子を異なる機能で用いるこ

とで、より便利な光学装置が実現できる。

可変ミラー220, 221と対応する光学素子（ここでは自由曲面プリズム225, 226）の面は凹面となっており、このようにすることで可変ミラーに入射する光線の入射角を小さくすることができ、収差補正上有利である。

また、自由曲面プリズム225の凹面に透明電極145を設けることで、反射膜228を強い凸面に変形させることもでき有利である。このような例えば、透明電極145のような透明な電極部材の設置法は、電磁力、磁歪、圧電効果等を用いたミラーでも利用できる。

【0067】

最後に、本発明で用いる用語の定義を述べておく。

【0068】

光学装置とは、光学系あるいは光学素子を含む装置のことである。光学装置単体で機能しなくてもよい。つまり、装置の一部でもよい。

【0069】

光学装置には、撮像装置、観察装置、表示装置、照明装置、信号処理装置等が含まれる。

【0070】

撮像装置の例としては、フィルムカメラ、デジタルカメラ、ロボットの眼、レンズ交換式デジタル一眼レフカメラ、テレビカメラ、動画記録装置、電子動画記録装置、カムコーダ、VTRカメラ、電子内視鏡等がある。デジカメ、カード型デジカメ、テレビカメラ、VTRカメラ、動画記録カメラなどはいずれも電子撮像装置の一例である。

【0071】

観察装置の例としては、顕微鏡、望遠鏡、眼鏡、双眼鏡、ルーペ、ファイバースコープ、ファインダー、ビューファインダー等がある。

【0072】

表示装置の例としては、液晶ディスプレイ、ビューファインダー、ゲームマシン（ソニー社製プレイステーション）、ビデオプロジェクター、液晶プロジェクター、頭部装着型画像表示装置（head mounted display：

HMD)、PDA(携帯情報端末)、携帯電話等がある。

【0073】

照明装置の例としては、カメラのストロボ、自動車のヘッドライト、内視鏡光源、顕微鏡光源等がある。

【0074】

信号処理装置の例としては、携帯電話、パソコン、ゲームマシン、光ディスクの読み取り・書き込み装置、光計算機の演算装置等がある。

【0075】

撮像素子は、例えばCCD、撮像管、固体撮像素子、写真フィルム等を指す。また、平行平面板はプリズムの1つに含まれるものとする。観察者の変化には、視度の変化を含むものとする。被写体の変化には、被写体となる物体距離の変化、物体の移動、物体の動き、振動、物体のぶれ等を含むものとする。

【0076】

拡張曲面の定義は以下の通りである。

球面、平面、回転対称非球面のほか、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点、線を有する面等、いかなる形をしていても良い。反射面でも、屈折面でも、光になんらかの影響を与えうる面ならば良い。

本発明では、これらを総称して拡張曲面と呼ぶことにする。

【0077】

本発明で使用する自由曲面とは以下の式で定義されるものである。この定義式のZ軸が自由曲面の軸となる。

【0078】

$$Z = c r^2 / [1 + \sqrt{1 - (1+k) c^2 r^2}] + \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n$$

... (a)

ここで、(a)式の第1項は球面項、第2項は自由曲面項である。

【0079】

球面項中、

c : 頂点の曲率

k : コーニック定数 (円錐定数)

$$r = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$$

である。

【0080】

自由曲面項は、

$$\begin{aligned} & \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n \\ & = C_2 X + C_3 Y \\ & + C_4 X^2 + C_5 XY + C_6 Y^2 \\ & + C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 XY^2 + C_{10} Y^3 \\ & + C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} XY^3 + C_{15} Y^4 \\ & + C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} XY^4 \\ & \quad + C_{21} Y^5 \\ & + C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4 \\ & \quad + C_{27} XY^5 + C_{28} Y^6 \\ & + C_{29} X^7 + C_{30} X^6 Y + C_{31} X^5 Y^2 + C_{32} X^4 Y^3 + C_{33} X^3 Y^4 \\ & \quad + C_{34} X^2 Y^5 + C_{35} XY^6 + C_{36} Y^7 \\ & \quad \dots \dots \end{aligned}$$

ただし、 C_j (j は 2 以上の整数) は係数である。

【0081】

上記自由曲面は、一般的には、 $X-Z$ 面、 $Y-Z$ 面ともに対称面を持つことはないが、 X の奇数次項を全て 0 にすることによって、 $Y-Z$ 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。また、 Y の奇数次項を全て 0 にすることによって、 $X-Z$ 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。

【0082】

また、上記の回転非対象な曲面形状の面である自由曲面の他の定義式として、Zernike多項式により定義できる。この面の形状は以下の式（b）により定義する。その定義式（b）のZ軸がZernike多項式の軸となる。回転非対称面の定義は、X-Y面に対するZの軸の高さの極座標で定義され、AはX-Y面内のZ軸からの距離、RはZ軸回りの方位角で、Z軸から測った回転角で表せられる。

【0083】

$$X = R \times \cos(A)$$

$$Y = R \times \sin(A)$$

$$Z = D_2$$

$$\begin{aligned}
& + D_3 R \cos(A) + D_4 R \sin(A) \\
& + D_5 R^2 \cos(2A) + D_6 (R^2 - 1) + D_7 R^2 \sin(2A) \\
& + D_8 R^3 \cos(3A) + D_9 (3R^3 - 2R) \cos(A) \\
& \quad + D_{10} (3R^3 - 2R) \sin(A) + D_{11} R^3 \sin(3A) \\
& + D_{12} R^4 \cos(4A) + D_{13} (4R^4 - 3R^2) \cos(2A) \\
& \quad + D_{14} (6R^4 - 6R^2 + 1) + D_{15} (4R^4 - 3R^2) \sin(2A) \\
& \quad + D_{16} R^4 \sin(4A) \\
& + D_{17} R^5 \cos(5A) + D_{18} (5R^5 - 4R^3) \cos(3A) \\
& \quad + D_{19} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \cos(A) \\
& \quad + D_{20} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \sin(A) \\
& \quad + D_{21} (5R^5 - 4R^3) \sin(3A) + D_{22} R^5 \sin(5A) \\
& + D_{23} R^6 \cos(6A) + D_{24} (6R^6 - 5R^4) \cos(4A) \\
& \quad + D_{25} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \cos(2A) \\
& \quad + D_{26} (20R^6 - 30R^4 + 12R^2 - 1) \\
& \quad + D_{27} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \sin(2A) \\
& \quad + D_{28} (6R^6 - 5R^4) \sin(4A) + D_{29} R^6 \sin(6A) \dots
\end{aligned}$$

... (b)

ただし、 D_m (m は2以上の整数) は係数である。なお、X軸方向に対称な光学

系として設計するには、 $D_4, D_5, D_6, D_{10}, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{20}$, $D_{21}, D_{22} \dots$ を利用する。

【0084】

上記定義式は、回転非対称な曲面形状の面の例示のために示したものであり、他のいかなる定義式に対しても同じ効果が得られることは言うまでもない。数学的に同値ならば他の定義で曲面形状を表してもよい。

【0085】

なお、自由曲面の他の定義式の例として、次の定義式 (c) があげられる。

【0086】

$$Z = \sum \sum C_{nm} X^m Y^n$$

例として、 $k = 7$ (7次項) を考えると、展開したとき、以下の式で表せる。

【0087】

$$\begin{aligned} Z = & C_2 \\ & + C_3 Y + C_4 | X | \\ & + C_5 Y^2 + C_6 Y | X | + C_7 X^2 \\ & + C_8 Y^3 + C_9 Y^2 | X | + C_{10} Y X^2 + C_{11} | X^3 | \\ & + C_{12} Y^4 + C_{13} Y^3 | X | + C_{14} Y^2 X^2 + C_{15} Y | X^3 | + C_{16} X^4 \\ & + C_{17} Y^5 + C_{18} Y^4 | X | + C_{19} Y^3 X^2 + C_{20} Y^2 | X^3 | \\ & \quad + C_{21} Y X^4 + C_{22} | X^5 | \\ & + C_{23} Y^6 + C_{24} Y^5 | X | + C_{25} Y^4 X^2 + C_{26} Y^3 | X^3 | \\ & \quad + C_{27} Y^2 X^4 + C_{28} Y | X^5 | + C_{29} X^6 \\ & + C_{30} Y^7 + C_{31} Y^6 | X | + C_{32} Y^5 X^2 + C_{33} Y^4 | X^3 | \\ & \quad + C_{34} Y^3 X^4 + C_{35} Y^2 | X^5 | + C_{36} Y X^6 + C_{37} | X^7 | \\ & \quad \dots \quad (c) \end{aligned}$$

また、非球面は、以下の定義で与えられる回転対称非球面である。

【0088】

$$\begin{aligned} Z = & (Y^2/R) / [1 + \{(1 - (1+K) Y^2/R^2\}^{1/2}] \\ & + A Y^4 + B Y^6 + C Y^8 + D Y^{10} + \dots \end{aligned}$$

... (d)

ただし、Zを光の進行方向を正とした光軸（軸上主光線）とし、Yを光軸と垂直な方向にとる。ここで、Rは近軸曲率半径、Kは円錐定数、A、B、C、D、…はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。この定義式のZ軸が回転対称非球面の軸となる。

【0089】

また、アナモルフィック面の形状は以下の式により定義する。面形状の原点を通り、光学面に垂直な直線がアナモルフィック面の軸となる。

【0090】

$$Z = (Cx \cdot X^2 + Cy \cdot Y^2) / [1 + \{1 - (1+Kx) Cx^2 \cdot X^2 - (1+Ky) Cy^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\ + \sum R_n \{(1-Pn) X^2 + (1+Pn) Y^2\}^{(n+1)}$$

【0091】

ここで、例としてn=4（4次項）を考えると、展開したとき、以下の式(e)で表すことができる。

【0092】

$$Z = (Cx \cdot X^2 + Cy \cdot Y^2) / [1 + \{1 - (1+Kx) Cx^2 \cdot X^2 - (1+Ky) Cy^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\ + R_1 \{(1-P1) X^2 + (1+P1) Y^2\}^2 \\ + R_2 \{(1-P2) X^2 + (1+P2) Y^2\}^3 \\ + R_3 \{(1-P3) X^2 + (1+P3) Y^2\}^4 \\ + R_4 \{(1-P4) X^2 + (1+P4) Y^2\}^5 \\ \dots\dots (e)$$

ただし、Zは面形状の原点に対する接平面からのズレ量、CxはX軸方向曲率、CyはY軸方向曲率、KxはX軸方向円錐係数、KyはY軸方向円錐係数、Rnは非球面項回転対称成分、Pnは非球面項回転非対称成分である。なお、X軸方向曲率半径Rx、Y軸方向曲率半径Ryと曲率Cx、Cyとは、

$$Rx = 1/Cx, Ry = 1/Cy$$

の関係にある。

【0093】

また、トーリック面にはXトーリック面とYトーリック面があり、それぞれ以下の式により定義する。面形状の原点を通り、光学面に垂直な直線がトーリック面の軸となる。Xトーリック面は、

$$\begin{aligned} F(X) = & Cx \cdot X^2 / [1 + \{1 - (1+K) Cx^2 \cdot X^2\}^{1/2}] \\ & + A X^4 + B X^6 + C X^8 + D X^{10} \dots \end{aligned}$$

$$Z = F(X) + (1/2) Cy \{Y^2 + Z^2 - F(X)^2\} \dots \quad (f)$$

次いで、Y方向の曲率中心を通ってX軸の周りで回転する。その結果、その面はX-Z面内で非球面になり、Y-Z面内で円になる。

Yトーリック面は、

$$\begin{aligned} F(Y) = & Cy \cdot Y^2 / [1 + \{1 - (1+K) Cy^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\ & + A Y^4 + B Y^6 + C Y^8 + D Y^{10} \dots \end{aligned}$$

$$Z = F(Y) + (1/2) Cx \{X^2 + Z^2 - F(Y)^2\} \dots \quad (g)$$

次いで、X方向の曲率中心を通ってY軸の周りで回転する。その結果、その面はY-Z面内で非球面になり、X-Z面内で円になる。

【0094】

ただし、Zは面形状の原点に対する接平面からのズレ量、CxはX軸方向曲率、CyはY軸方向曲率、Kは円錐係数、A、B、C、Dは非球面係数である。なお、X軸方向曲率半径Rx、Y軸方向曲率半径Ryと曲率Cx、Cyとは

$$Rx = 1/Cx, Ry = 1/Cy$$

の関係にある。

【0095】

光学特性可変光学素子とは、可変焦点レンズ、可変ミラー、面形状の変わる偏光プリズム、頂角可変プリズム、光偏向作用の変わる可変回折光学素子、つまり可変HOE、可変DOE等を含む。

【0096】

可変焦点レンズには、焦点距離が変化せず、収差量が変化するような可変レンズも含むものとする。可変ミラーについても同様である。

要するに、光学素子で、光の反射、屈折、回折等の光偏向作用が変化しうるもののが光学特性可変光学素子と呼ぶ。

【0097】

情報発信装置とは、携帯電話、固定式の電話、ゲームマシン、テレビ、ラジカセ、ステレオ等のリモコンや、パソコン、パソコンのキーボード、マウス、タッチパネル等の何らかの情報を入力し、送信することができる装置を指す。

撮像装置のついたテレビモニター、パソコンのモニター、ディスプレイも含むものとする。

情報発信装置は、信号処理装置の中に含まれる。

【0098】

以上説明したように、本発明の光学装置は、特許請求の範囲に記載された特徴のほかに下記に示すような特徴も備えている。

【0099】

(1) 前記ケースと前記電子撮像装置とが接続状態においても撮像可能な請求項1に記載の電子撮像システム。

【0100】

(2) 単体で撮像可能な、表示装置を備えない電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【0101】

(3) 単体で撮像可能な電子撮像装置と、前記電子撮像装置と一体化可能な表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【0102】

(4) 単体で撮像可能なカード型電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【0103】

(5) 単体で撮像可能なカード型電子撮像装置と、前記電子撮像装置と一体化可能な表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【0104】

(6) 単体で撮像可能な表示装置を有しないカード型電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な表示装置を有するケースと、を含む電子撮像システム。

【0105】

(7) 単体で撮像可能なボックス型電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な表示装置を有するボックスと、を含む電子撮像システム。

【0106】

(8) 単体で撮像可能な表示装置を有しないボックス型電子撮像装置と、前記電子撮像装置と接続可能な表示装置を有するボックスと、を含む電子撮像システム。
。

【0107】

(9) 表示装置を有するケースと接続可能であって、単体、前記ケースと接続状態のいずれにおいても撮像可能な電子撮像装置。

【0108】

(10) 単体、ケースと接続状態のいずれにおいても撮像可能な電子撮像装置と接続可能な、表示装置を有するケース。

【0109】

(11) 表示装置を有するボックスと接続可能な、単体、前記ボックスと接続状態のいずれにおいても撮像可能な電子撮像装置。

【0110】

(12) 単体、ボックスと接続状態のいずれにおいても撮像可能な電子撮像装置と接続可能な、表示装置を有するボックス。

【0111】

(13) 図3の各カード、各ケースの機能を有する、カード又はケース。

【0112】

(14) 図3の各カード、各ケースの機能を有する、ボックスA又はボックスB
。

【0113】

(15) 圧電材料を用いた可変焦点レンズ。

【0114】

(16) 圧電材料を用いた可変ミラー。

【0115】

(17) ポンプと流体を有する可変焦点レンズ。

【0116】

(18) ポンプと流体を有する可変ミラー。

【0117】

(19) ポンプと流体を有する光学特性可変光学素子。

【0118】

(20) 静電気力、電磁力、圧電効果、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化のうちの少なくとも2つを用いた可変ミラー。

【0119】

(21) 静電気力、電磁力、圧電効果、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化のうちの少なくとも2つを用いた可変焦点レンズ。

【0120】

(22) 少なくとも2つ以上の異なる駆動方法を用いた光学特性可変光学素子。

【0121】

(23) 流体あるいはゼリー状物質で駆動される2つ以上の光学特性可変光学素子を有し、前記光学素子の流体あるいはゼリー状物質同士が互いに連結されていることを特徴とする光学素子。

【0122】

(24) 光学特性可変光学素子が可変焦点レンズを含む上記(23)に記載の光学特性可変光学素子。

【0123】

(25) 光学特性可変光学素子が可変焦点ミラーを含む上記(23)に記載の光学特性可変光学素子。

【0124】

(26) 電圧を昇圧する部材を有する光学特性可変光学素子。

【0125】

(27) 静電気力又は圧電効果を用いた上記(26)に記載の光学特性可変光学素子。

【0126】

(28) 光学面の光偏向特性を変化させることで、光量調節作用を有する光学特

性可変光学素子。

【0127】

(29) 光学面の光偏向特性をある使用状態から大きく変化させることで、光量調節作用を有する光学特性可変光学素子。

【0128】

(30) 光学面の形をある使用状態から大きく変化させることで、光量調節作用を有する光学特性可変光学素子。

【0129】

(31) 固体撮像素子の転送時に光学面の光偏向特性を変化させることで、光量減少作用を有する光学特性可変光学素子。

【0130】

(32) 静電気力または圧電効果を用いたマイクロポンプ。

【0131】

(33) 上記(32)に記載のマイクロポンプを有する光学特性可変光学素子。

【0132】

(34) 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が曲面で、その上に透明な導電部材を設けた可変ミラー。

【0133】

(35) 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凹面で、その上に透明な導電部材を設けた可変ミラー。

【0134】

(36) 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凸面で、その上に透明な導電部材を設けた可変ミラー。

【0135】

(37) 圧電性を有する有機材料を用いた光学特性可変光学素子。

【0136】

(38) 圧電性を有する合成樹脂を用いた光学特性可変光学素子。

【0137】

(39) 有機材料、または合成樹脂を用いた可変焦点レンズを透明基板で挟んだ

可変焦点レンズ。

【0138】

(40) 圧電性を有する有機材料、または合成樹脂を用いた可変焦点レンズを透明基板で挟んだ可変焦点レンズ。

【0139】

(41) 有機材料、または合成樹脂を用いた形状が変化する可変焦点レンズを透明基板で挟んだ可変焦点レンズ。

【0140】

(42) 光学特性可変光学素子を有する光学装置。

【0141】

(43) 上記(28)～(31)に記載の光学特性可変光学素子を有する撮像装置。

【0142】

(44) 可変ミラーを有する携帯電話。

【0143】

(45) 可変焦点レンズを有する携帯電話。

【0144】

(46) 変倍機能を有する携帯電話。

【0145】

(47) ズーム機能を有する携帯電話。

【0146】

(48) フォーカス機能を有する携帯電話。

【0147】

(49) 可変ミラーを有する上記(46)～(48)に記載の携帯電話。

【0148】

(50) 可変焦点レンズを有する上記(46)～(48)に記載の携帯電話。

【0149】

(51) 光学特性可変光学素子と自由曲面とねじれ光軸を有する撮像装置、又は光学装置。

【0150】

(52) レンズと光学特性可変光学素子と自由曲面とねじれ光軸を有する電子撮像装置又は光学装置。

【0151】

(53) 光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0152】

(54) 压電材料を用いた光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0153】

(55) マイクロポンプを用いた光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0154】

(56) 静電気力を用いた光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0155】

(57) 電磁力を用いた光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0156】

(58) 流体またはゼリー状の物質を有する、光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0157】

(59) 流体あるいはゼリー状の物質と透明電極を有する、光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【0158】

(60) 異なる駆動方式を用いた光学特性可変光学素子を複数個有する光学装置。

【0159】

(61) 異なる駆動方式を用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる機能で使用する光学装置。

【0160】

(62) 異なる駆動方式を用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる応答速度で使用する光学装置。

【0161】

(63) 異なる駆動方式を用いた可変ミラーを複数個有する光学装置。

【0162】

(64) 静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化のいずれかを用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる機能で使用する光学装置。

【0163】

(65) 光学特性可変光学素子を有する車載用撮像装置。

【0164】

(66) 可変焦点ミラーを有し、フォーカス、ズーム、又は視野方向の変更を行なう車載用撮像装置。

【0165】

(67) 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凹面である光学装置。

【0166】

(68) 拡張曲面を有する2つ以上の光学素子と、光学特性可変光学素子を有する光学装置。

【0167】

(69) 自由曲面を有する2つ以上の光学素子と、光学特性可変光学素子を有する光学装置。

【0168】

(70) 自由曲面を有する2つ以上の光学素子と、複数の光学特性可変光学素子を有する光学装置。

【0169】

(71) 光学特性可変光学素子を用いた表示装置。

【0170】

(72) 光学特性可変光学素子を用いたビデオプロジェクター。

【0171】

(73) 光学特性可変光学素子を用いた信号処理装置。

【0172】

(74) 光学特性可変光学素子を用いた観察装置。

【0173】

(75) 光学特性可変光学素子を含む信号処理装置。

【0174】

(76) 光学特性可変光学素子を含む情報発信装置。

【0175】

(77) 光学特性可変光学素子を含むリモコン。

【0176】

(78) 光学特性可変光学素子を含む電話。

【0177】

(79) 保護用の透明部材を光学特性可変光学素子の少なくとも一方の側に設けた光学特性可変光学素子。

【0178】

(80) 有機圧電材料又は圧電性を有する合成樹脂を用いた可変ミラー。

【0179】

【発明の効果】

本発明によれば、小型、軽量で安価な機能拡張容易な光学装置、表示装置、信号処理装置、撮像装置等が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光学装置の一実施例に係るデジタルカメラの一つの使用状態を示す部分斜視図である。

【図2】 図1の実施例に係るデジタルカメラの他の使用状態を示す斜視図である。

【図3】 本実施例に適用可能な本発明に係る光学装置のシステム図である

【図4】 ペーパーディスプレイケース205とカード型デジカメ1とを組合せた状態を示す説明図である。

【図5】 複眼薄型カードの一実施例を示す説明図である。

【図6】 本発明の光学装置の他の実施例を示す斜視図である。

【図7】 本発明の光学装置のさらに他の実施例を示す概略構成図である。

【図8】 本発明の光学装置の他の実施例に係る、可変焦点レンズを用いた可変焦点眼鏡の説明図である。

【図9】 圧電材料を用いた可変焦点レンズの例を示す図である。

【図10】 本発明の光学製品に用いられる静電気力を利用した可変焦点レンズの概略構成図である。

【図11】 可変ミラー301, 302を用いたビデオプロジェクター（液晶プロジェクターと呼ぶこともある）の一実施例を示す概略構成図である。

【図12】 本発明の光学装置のさらに他の実施例を示す、光学特性ミラーを用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの概略構成図である。

【図13】 可変ミラー409の他の実施例を示す概略構成図である。

【図14】 電極409bの一形態を示す説明図である。

【図15】 電極409bの他の形態を示す説明図である。

【図16】 可変ミラー409のさらに他の実施例を示す概略構成図である

。 【図17】 可変ミラー409のさらに他の実施例を示す概略構成図である

。 【図18】 可変ミラー409のさらに他の実施例を示す概略構成図である

。 【図19】 可変ミラー409のさらに他の実施例を示す概略構成図である

。 【図20】 図19の実施例における薄膜コイル428'の巻密度の状態を示す説明図である。

【図21】 図9の実施例の変形例を示す概略構成図である。

【図22】 可変ミラー409のさらに他の実施例を示す概略構成図である

。 【図23】 図22の実施例におけるコイル27の一配置例を示す説明図である。

【図24】 図22の実施例におけるコイル27の他の配置例を示す説明図である。

【図25】 図18に示した実施例において、コイル27の配置を図24に示したようにした場合に適する永久磁石26の配置を示す説明図である。

【図26】 本発明のさらに他の実施例に係る、可変ミラー101を用いた撮像系の概略構成図である。

【図27】 本発明のさらに他の実施例に係る、可変焦点レンズ140を用いた撮像ユニット141の概略構成図である。

【図28】 図27の撮像ユニットの変形例を示す概略構成図である。

【図29】 図28の撮像ユニットの状態説明図である。

【図30】 可変焦点レンズの他の実施例を示す概略構成図である。

【図31】 マイクロポンプの一実施例を示す概略構成図である。

【図32】 マイクロポンプを用いた可変ミラーの一実施例を示す概略構成図である。

【図33】 圧電効果で変形する可変焦点レンズの一実施例を示す概略構成図である。

【図34】 本発明のさらに他の実施例に係る、可変ミラーを用いた電子撮像装置の概略構成図である。

【図35】 図34の実施例に用いる可変ミラーの状態説明図である。

【図36】 図34の実施例に用いる可変ミラーの変形例を示す説明図である。

【図37】 シャッターあるいは絞り作用を兼用させる可変焦点レンズの一実施例を示す概略構成図である。

【図38】 本発明の一実施例で、異なる駆動方法で動く2つの光学特性可変素子を用いた車載用テレビカメラ（自動車に搭載するTVカメラ）の概略構成図である。

【符号の説明】

- 1 カード型デジカメ
- 2 表示装置
- 3 ケース
- 4 シャッターボタン

5 光学ファインダー

6 撮像する人の眼

7 被写体

8 撮像系

9 接点

10 ストロボ

20、408 固体撮像素子

23 凸ボタン

24 凹ボタン

31 撮像ボックスA

32 撮像ボックスB

40 携帯電話

55 可変焦点眼鏡

56、62、140、162、190、310、190、190A、190B

可変焦点レンズ

60、142 透明な部材

101、188、200、220、221、222、301、302

可変ミラー

102、203、304 レンズ

103 制御系

103' 回路

104、141 撮像ユニット

143 透明物質

144 ゼリー状物質

145 透明電極

146 シリンダー

148 変形可能な部材

160、180 マイクロポンプ

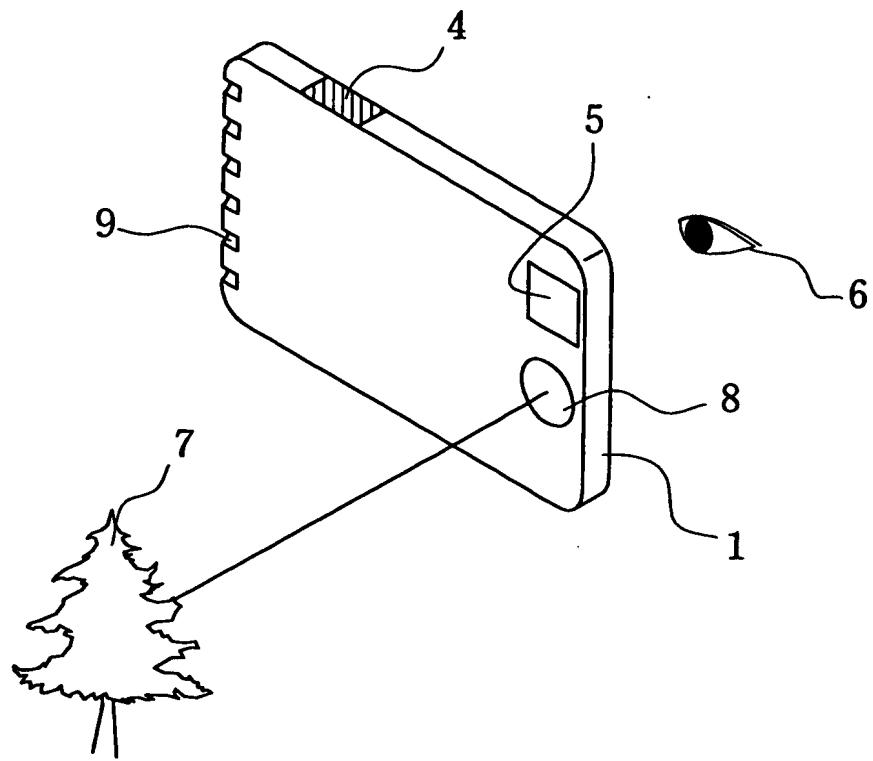
161 流体

163、165 透明基板
 164 弹性体
 168 流体溜め
 181 振動板
 182、183、409b、409d 電極
 184、185 弁
 189、228 反射膜
 201 電子撮像装置
 202、225、226 自由曲面プリズム
 205 反射面
 210 圧電材料
 223 TVモニター
 224、307 電子回路
 227 絞り
 305 表示デバイス
 306 バックライト
 308 ノート型パソコン
 309 スクリーン
 403 撮像レンズ
 404 プリズム
 405 二等辺直角プリズム
 406 ミラー
 409 光学特性可変ミラー
 409a 薄膜
 409c、409c' 圧電素子
 409e 基板
 411 可変抵抗器
 412 電源
 413 電源スイッチ

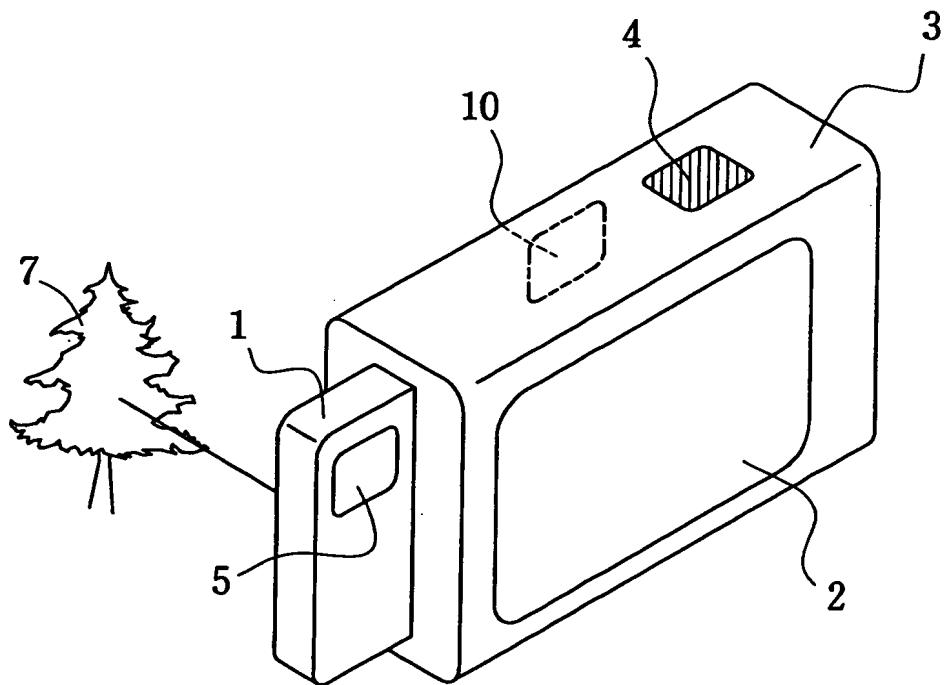
- 414 演算装置
- 415 温度センサー
- 416 温度センサー
- 417 距離センサー
- 423 支持台
- 424 振れ（ブレ）センサー
- 425、428 駆動回路
- 426 永久磁石
- 427 コイル
- 428' 薄膜コイル
- 429 スイッチ
- 901 接眼レンズ
- 902 対物レンズ

【書類名】 図面

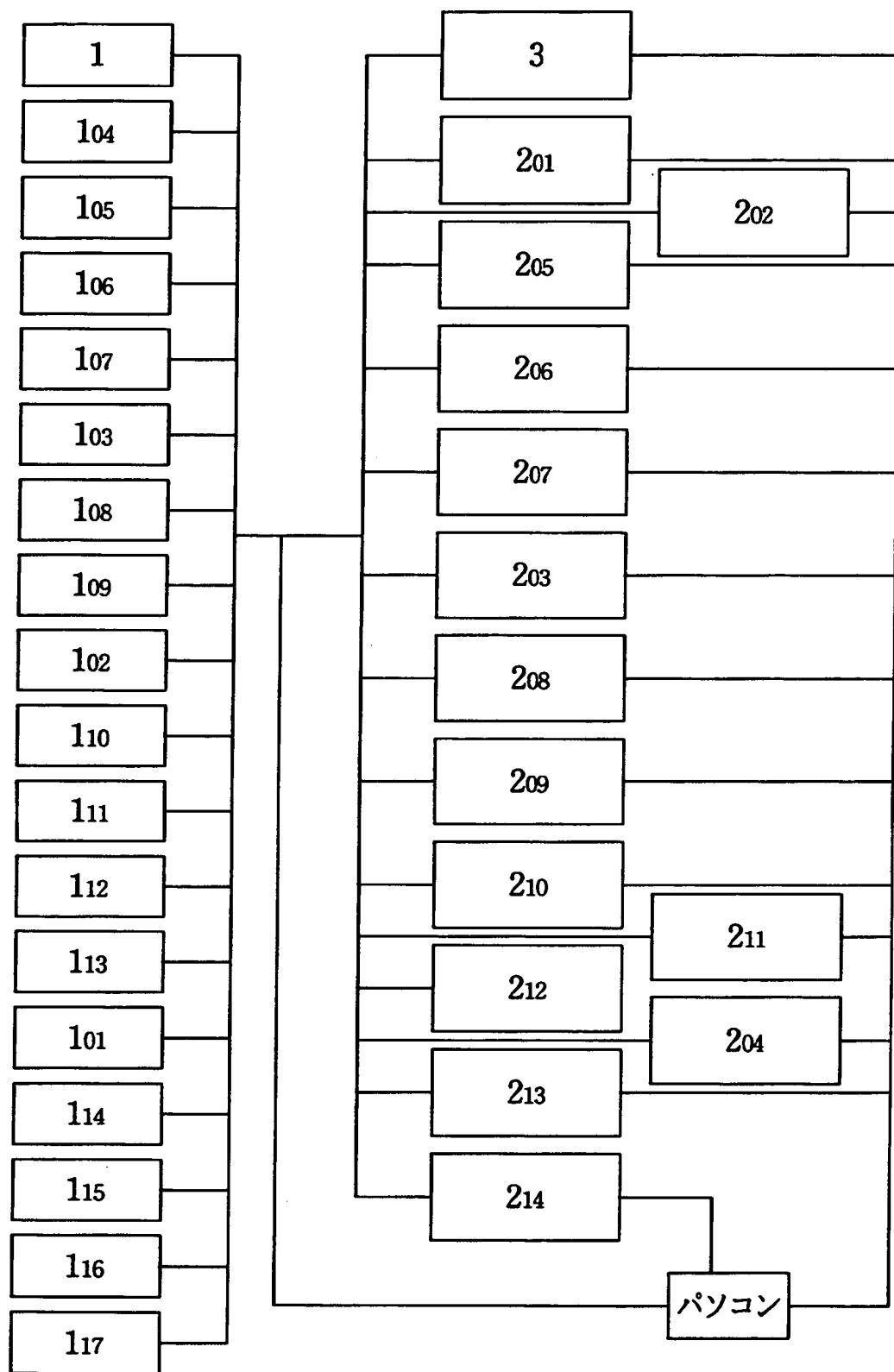
【図1】



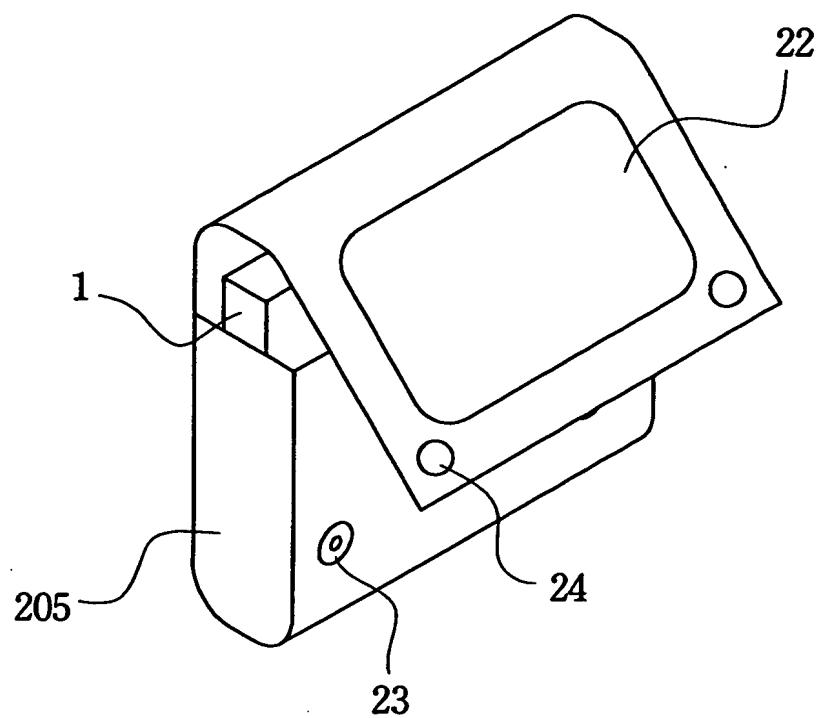
【図2】



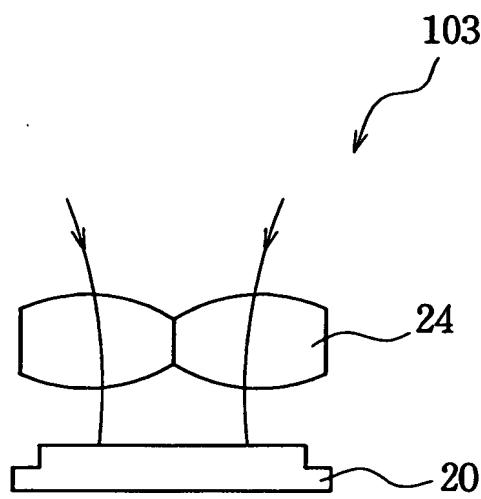
【図3】



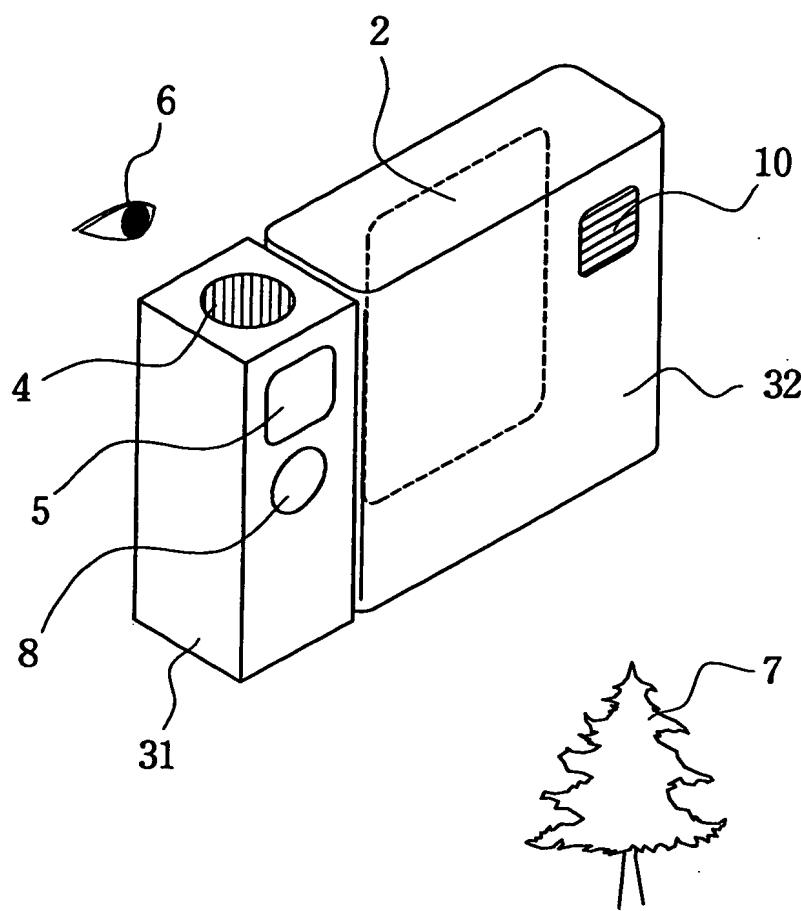
【図4】



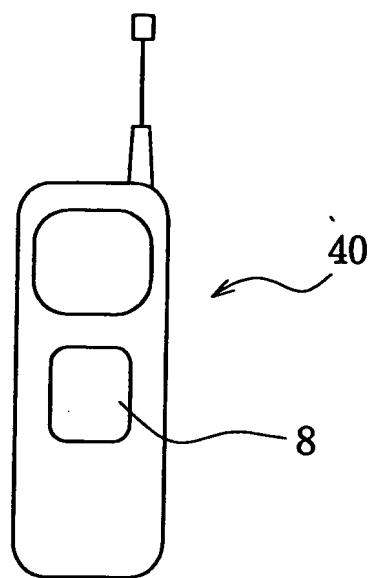
【図5】



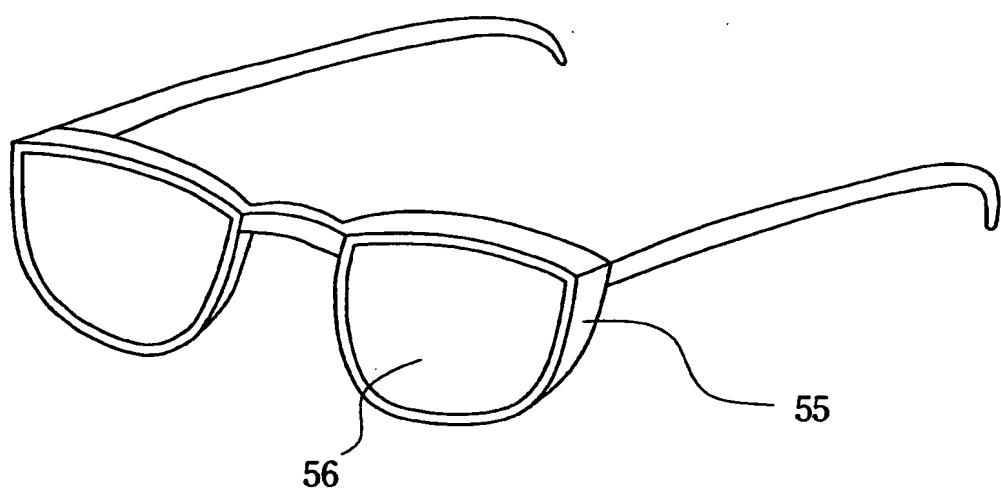
【図6】



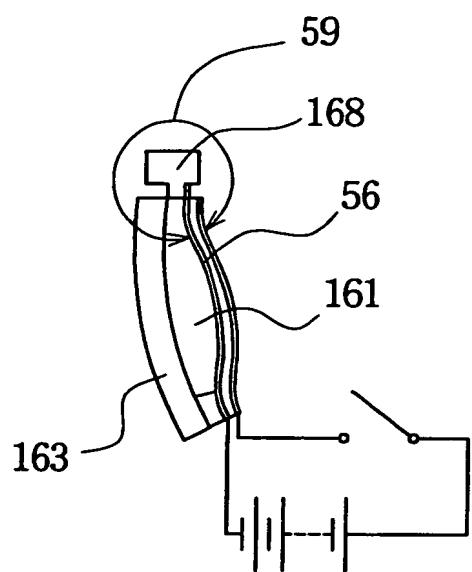
【図7】



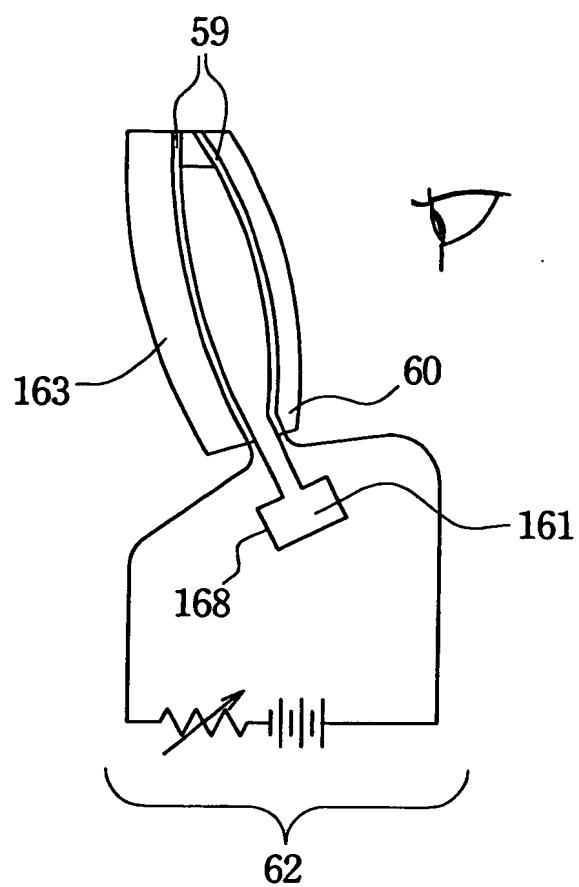
【図8】



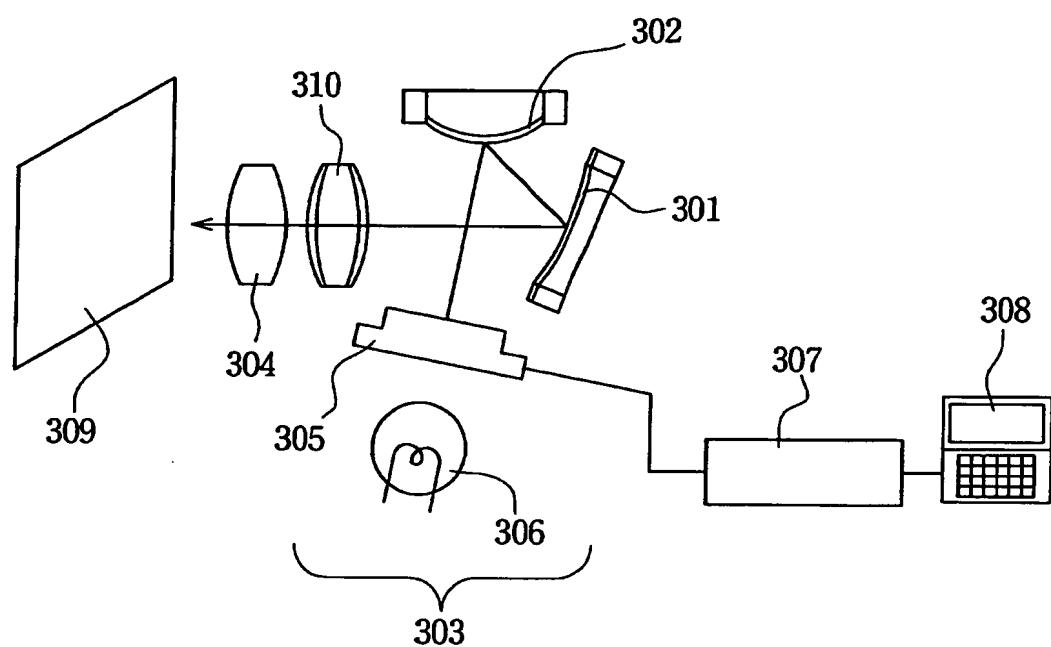
【図9】



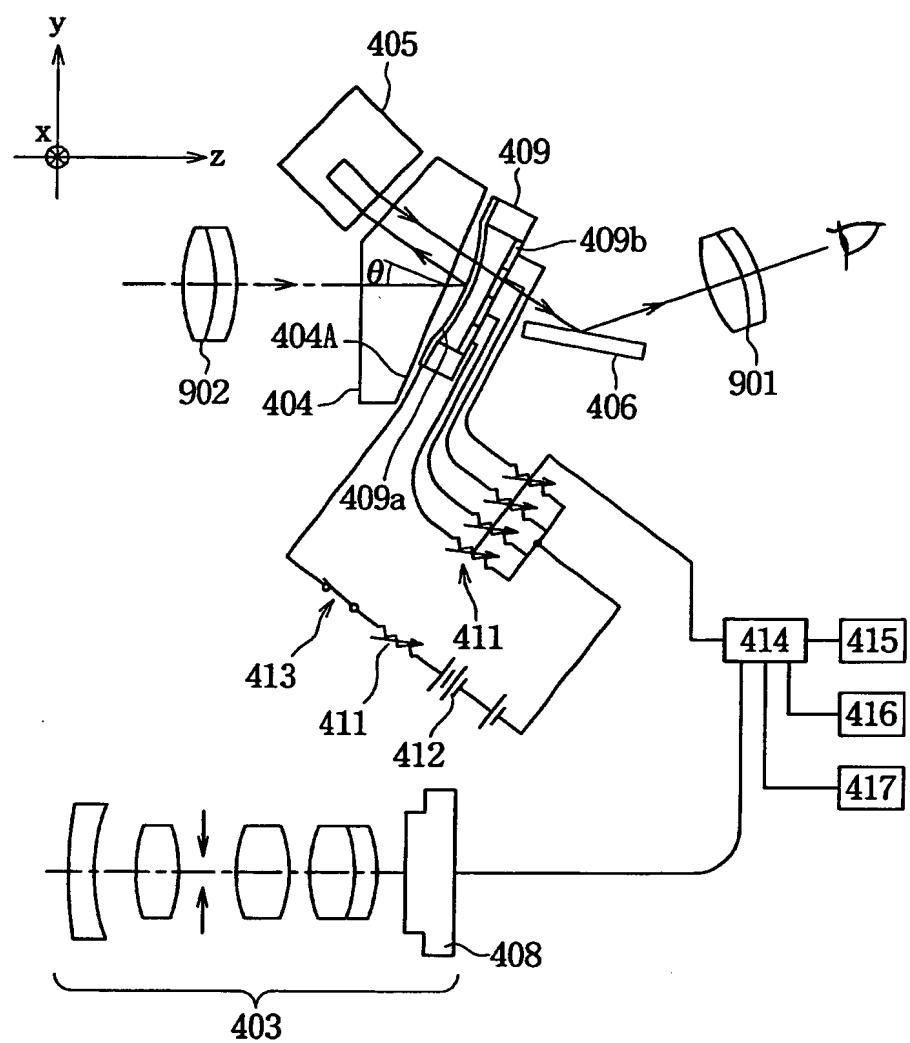
【図10】



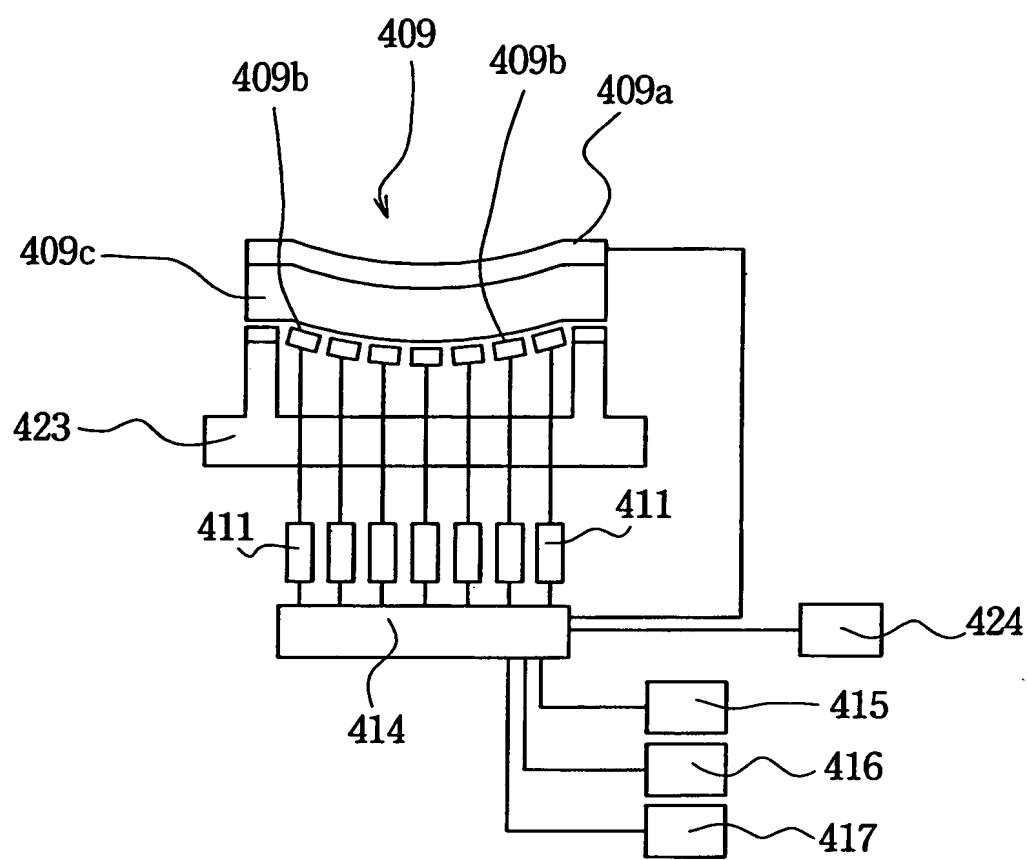
【図11】



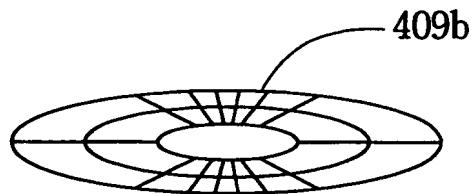
【図12】



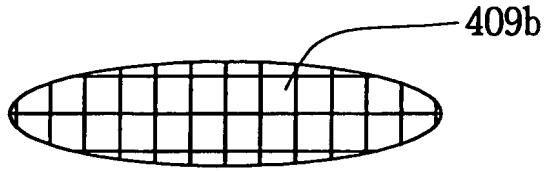
【図13】



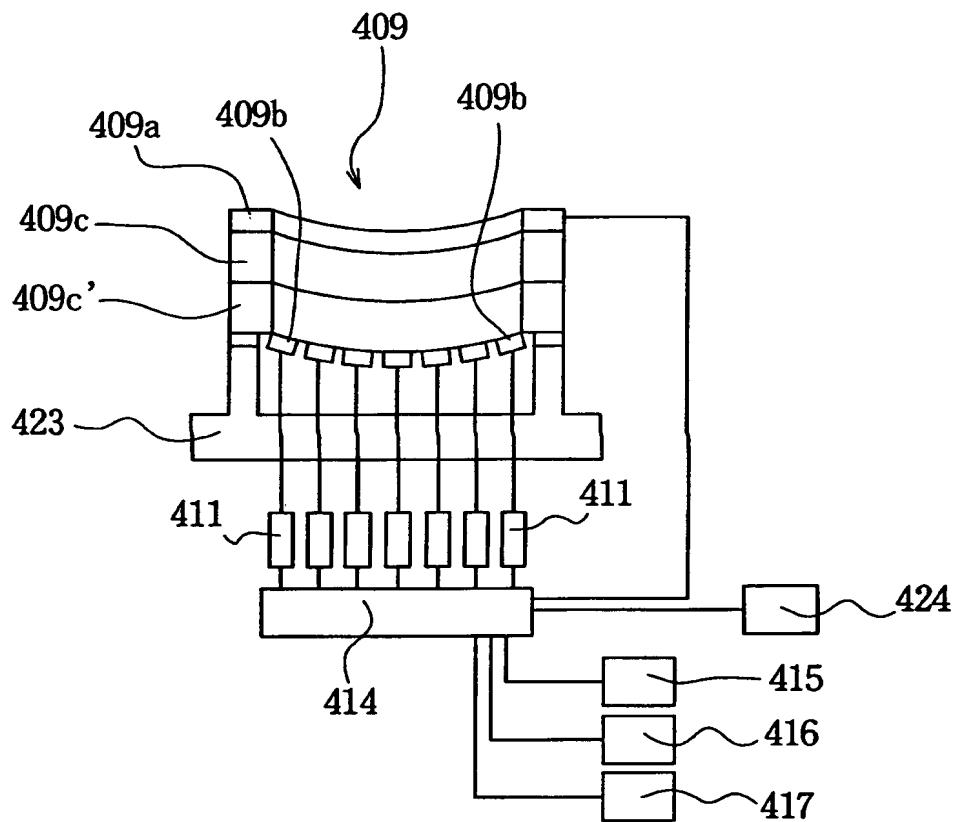
【図14】



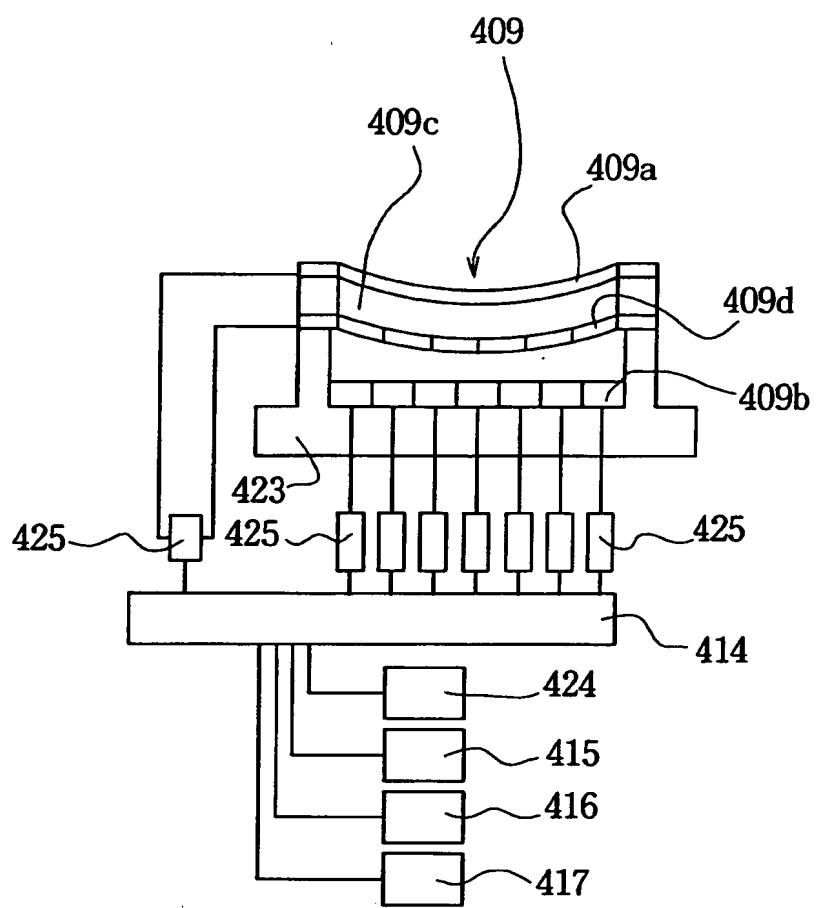
【図15】



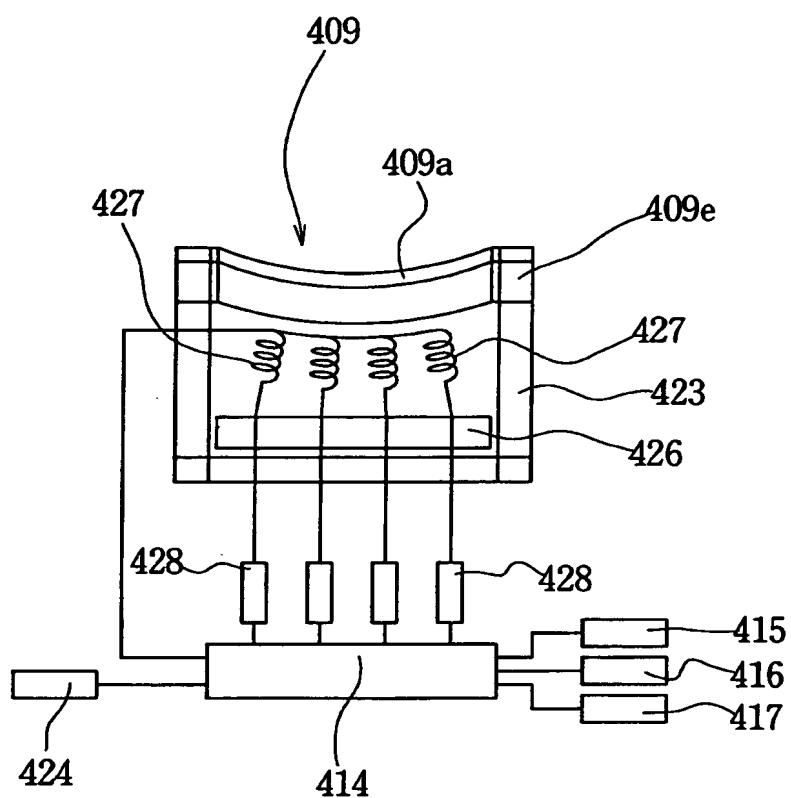
【図16】



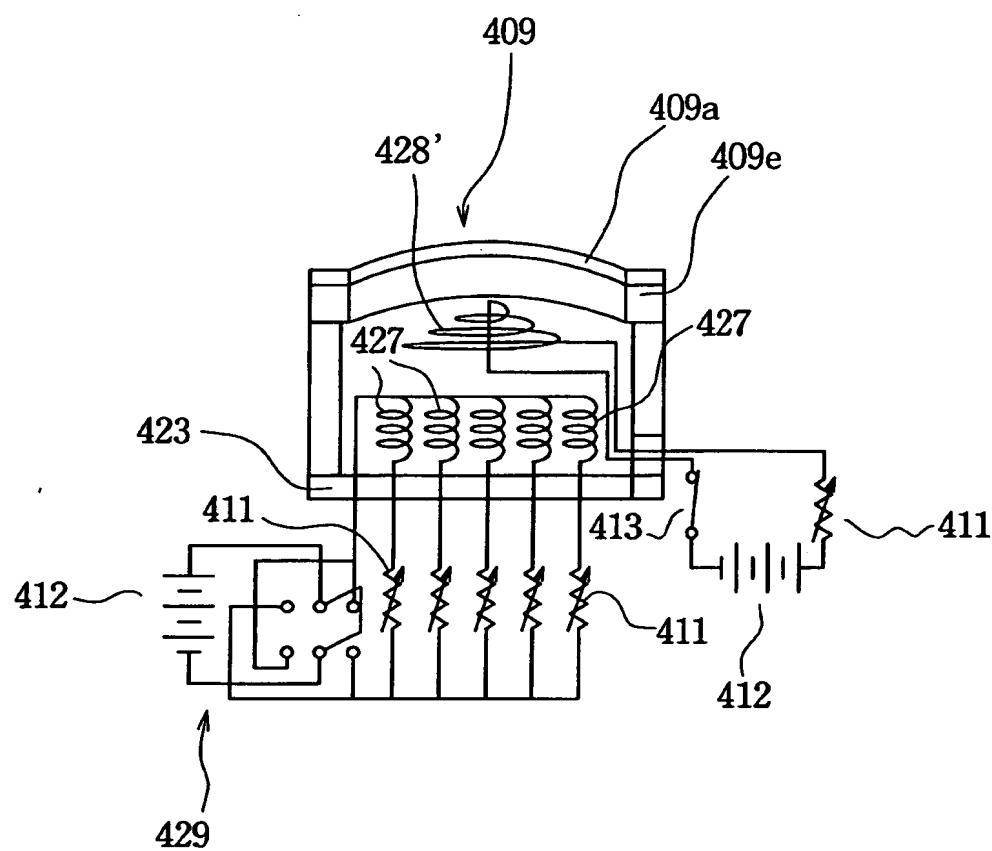
【図17】



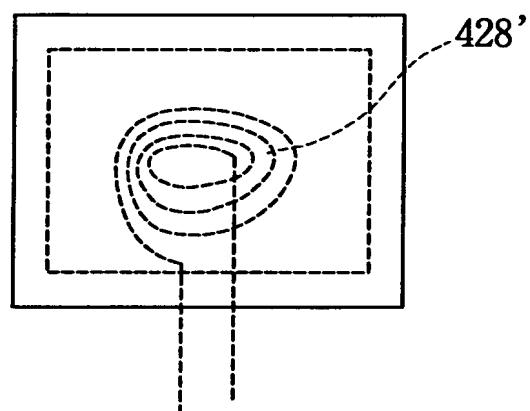
【図18】



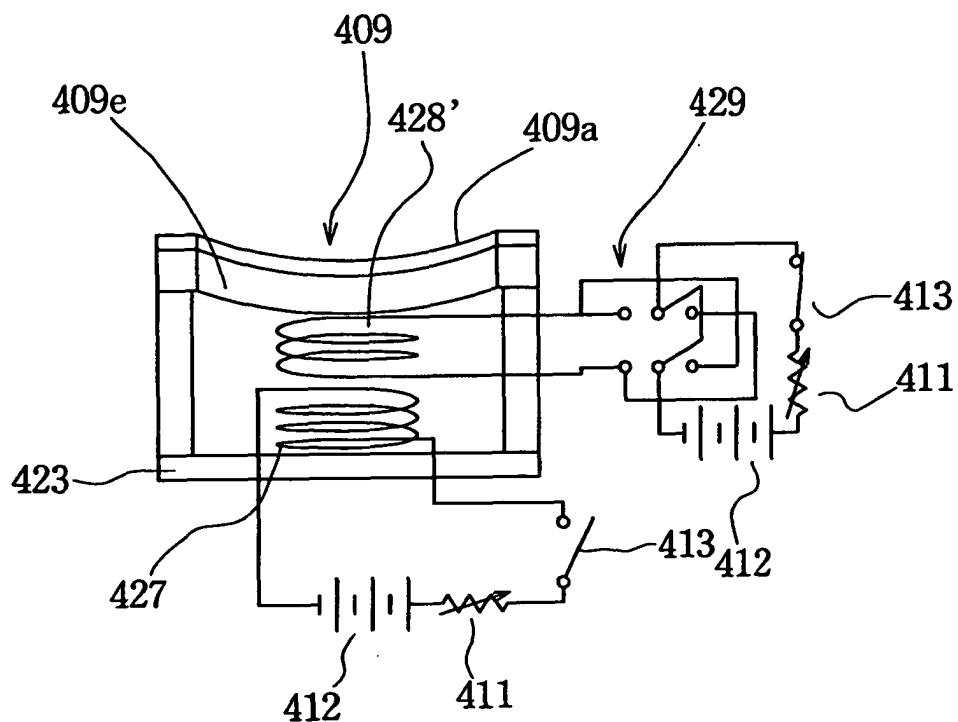
【図19】



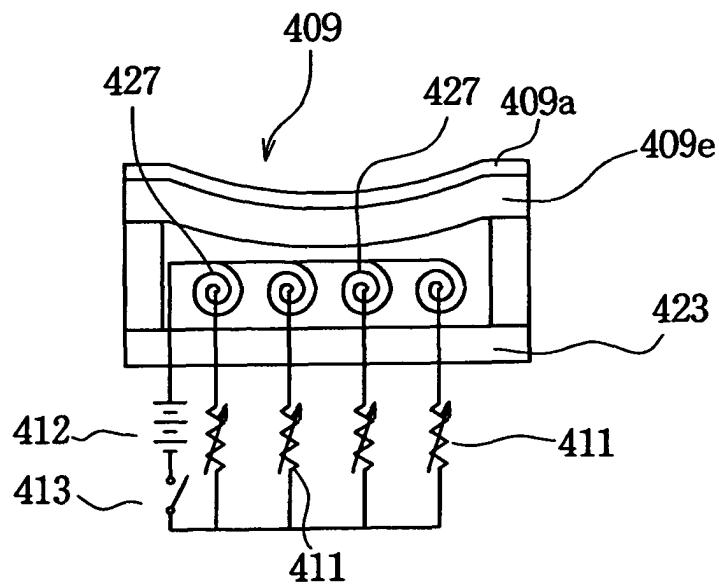
【図20】



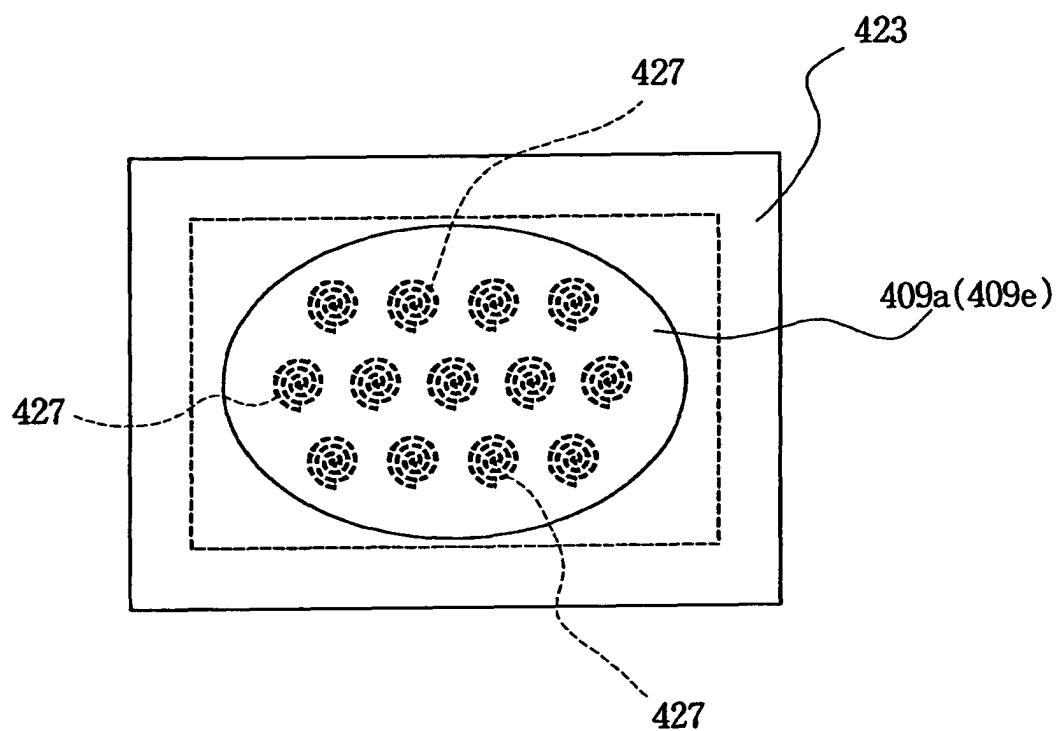
【図21】



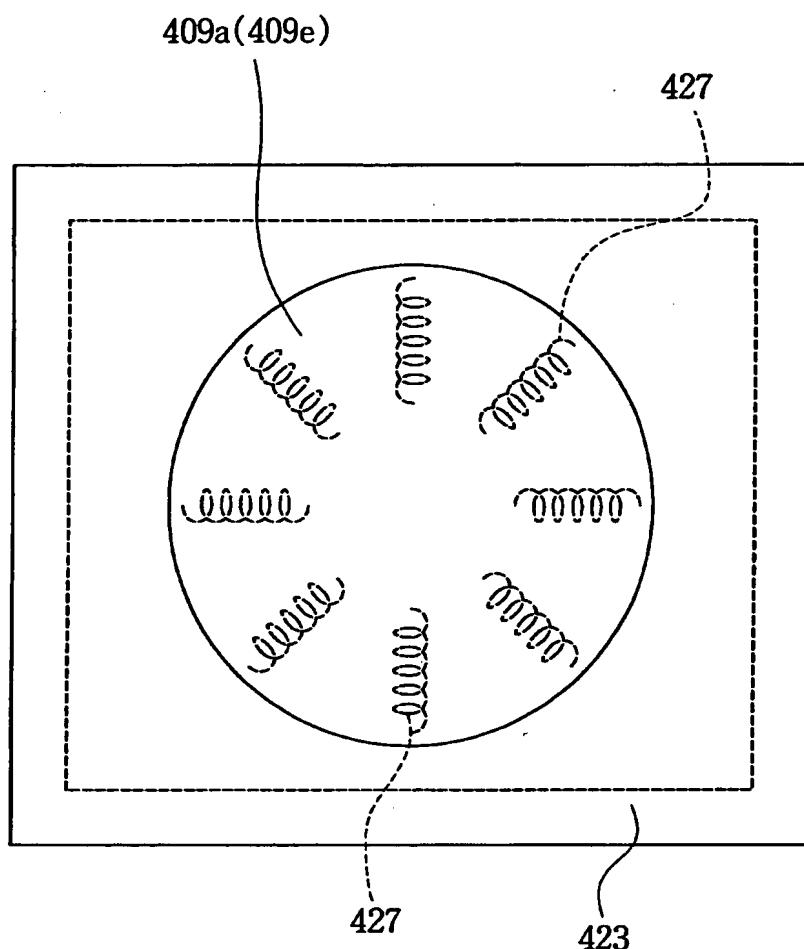
【図22】



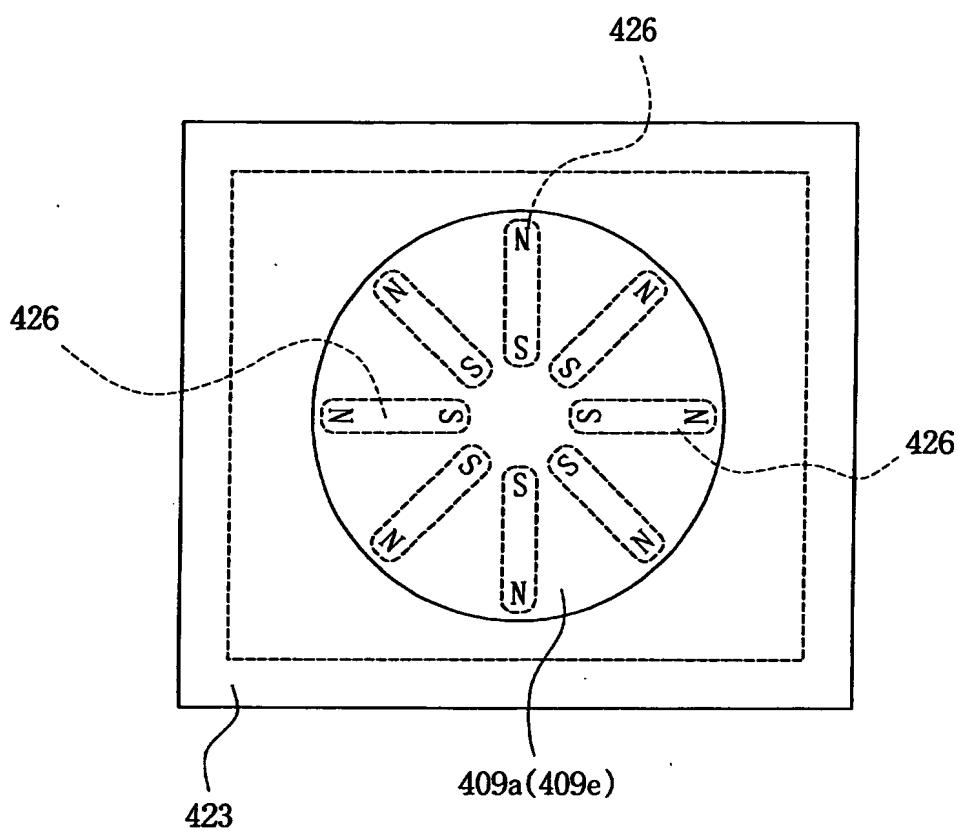
【図23】



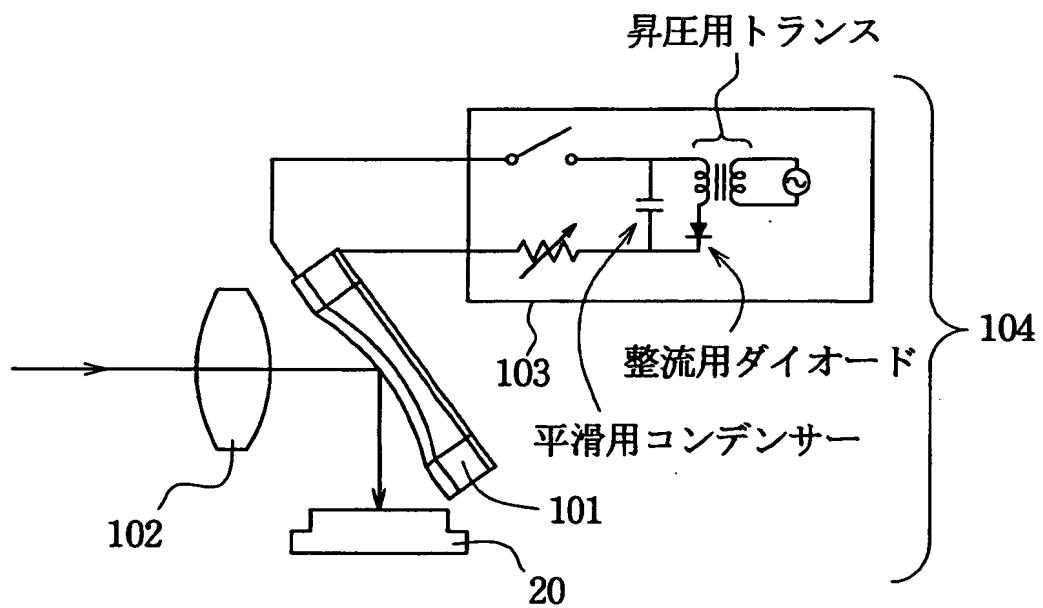
【図24】



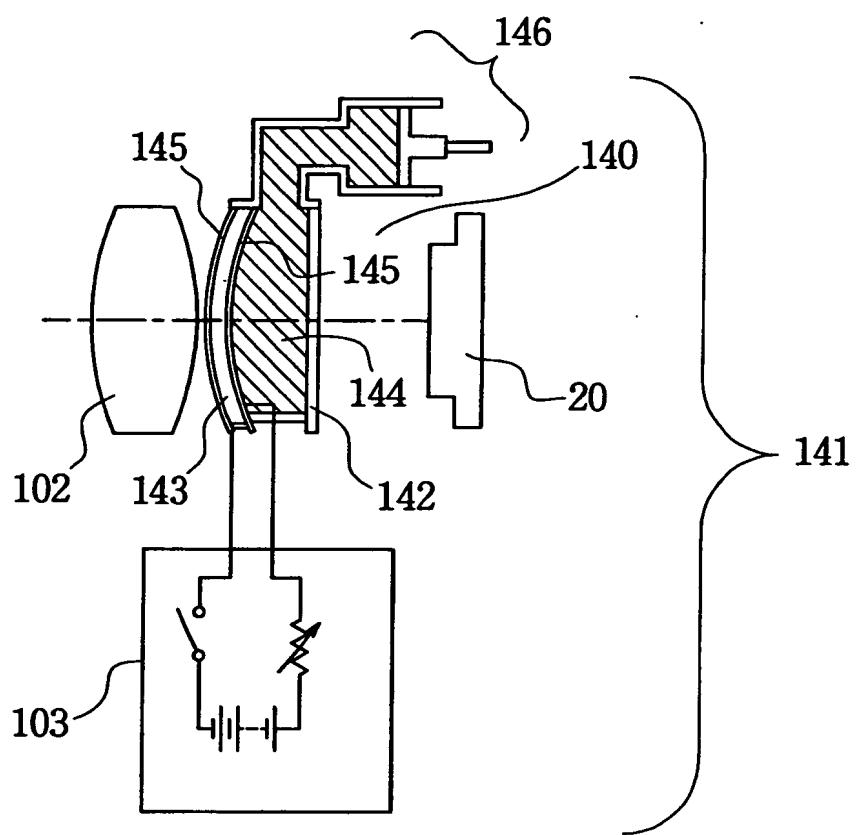
【図25】



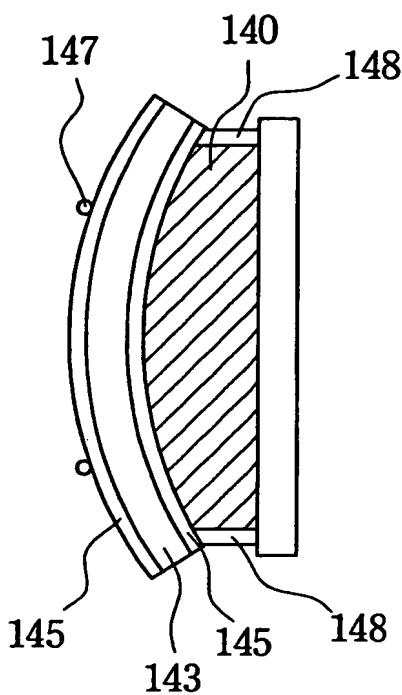
【図26】



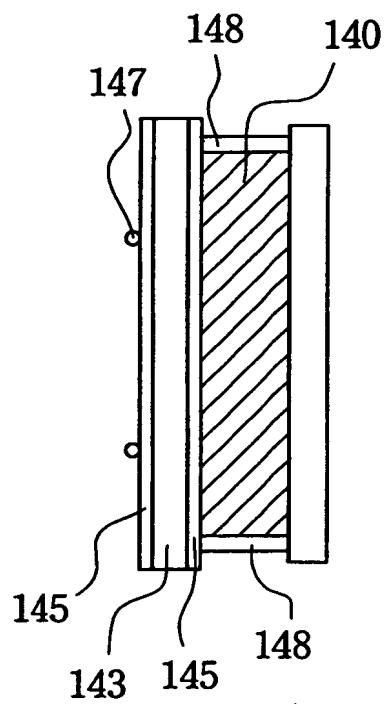
【図27】



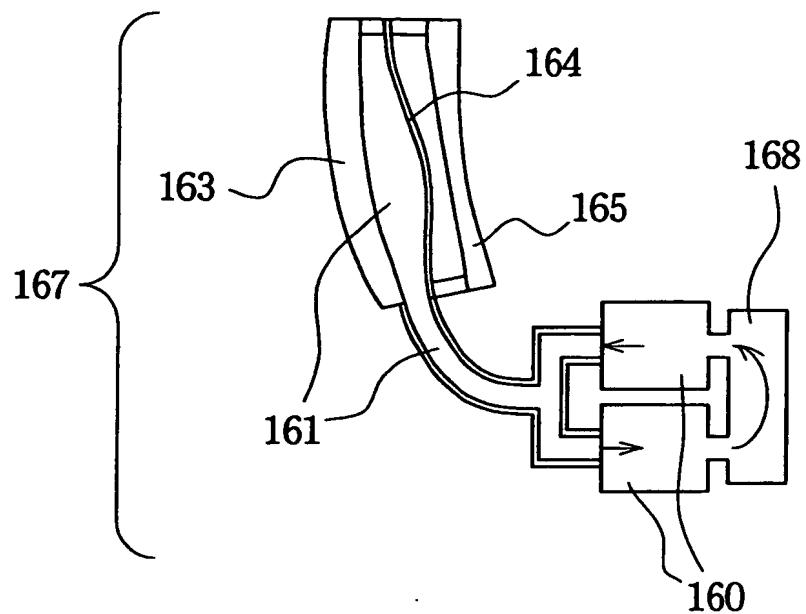
【図28】



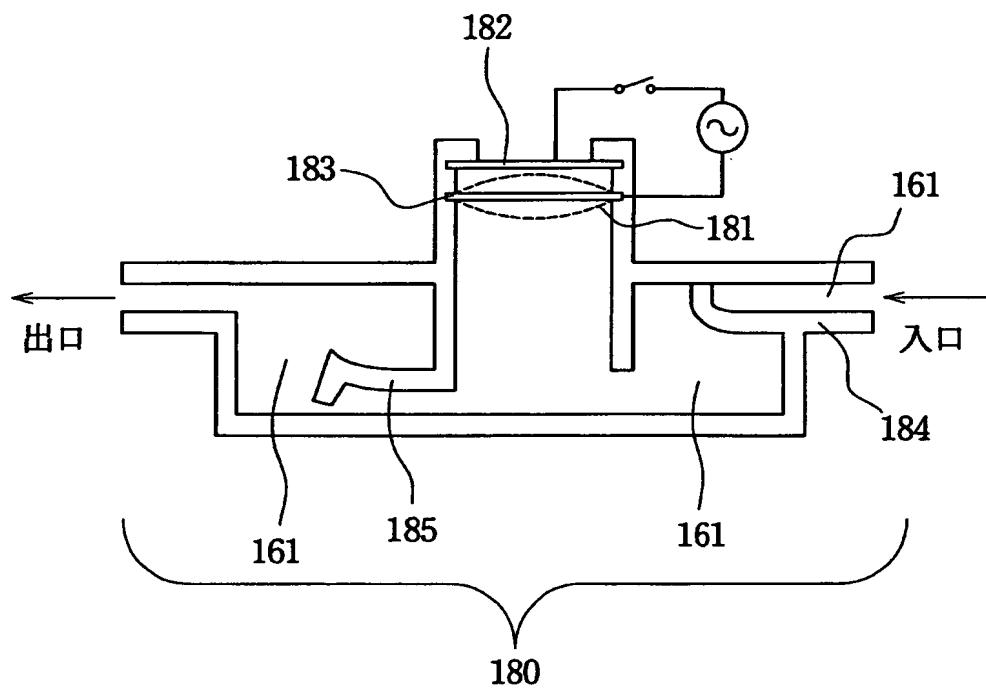
【図29】



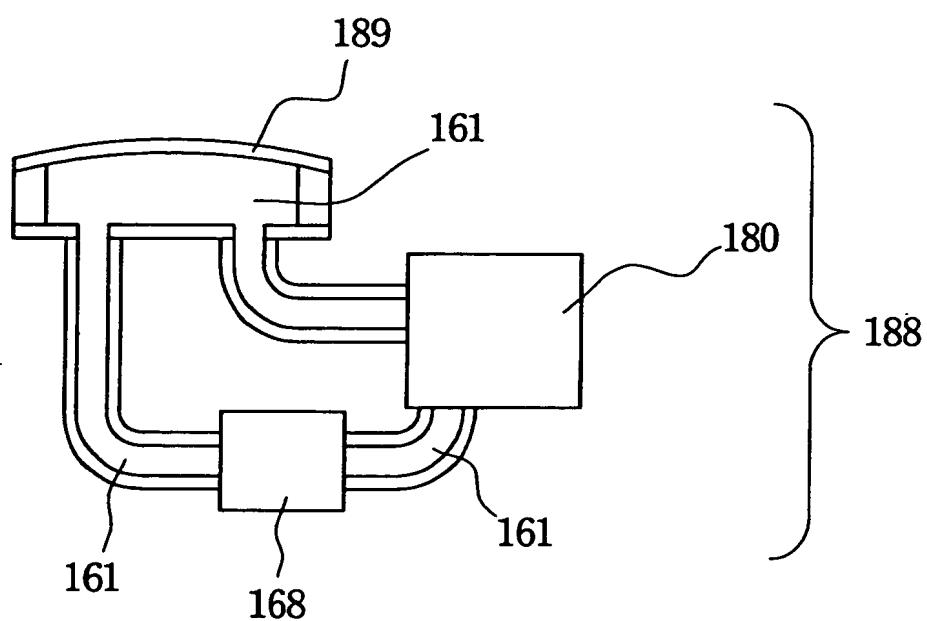
【図30】



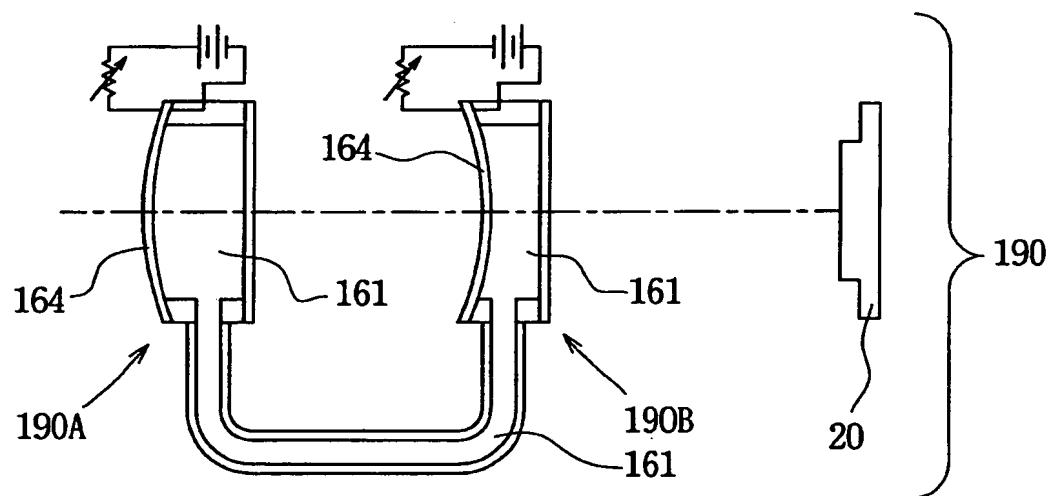
【図31】



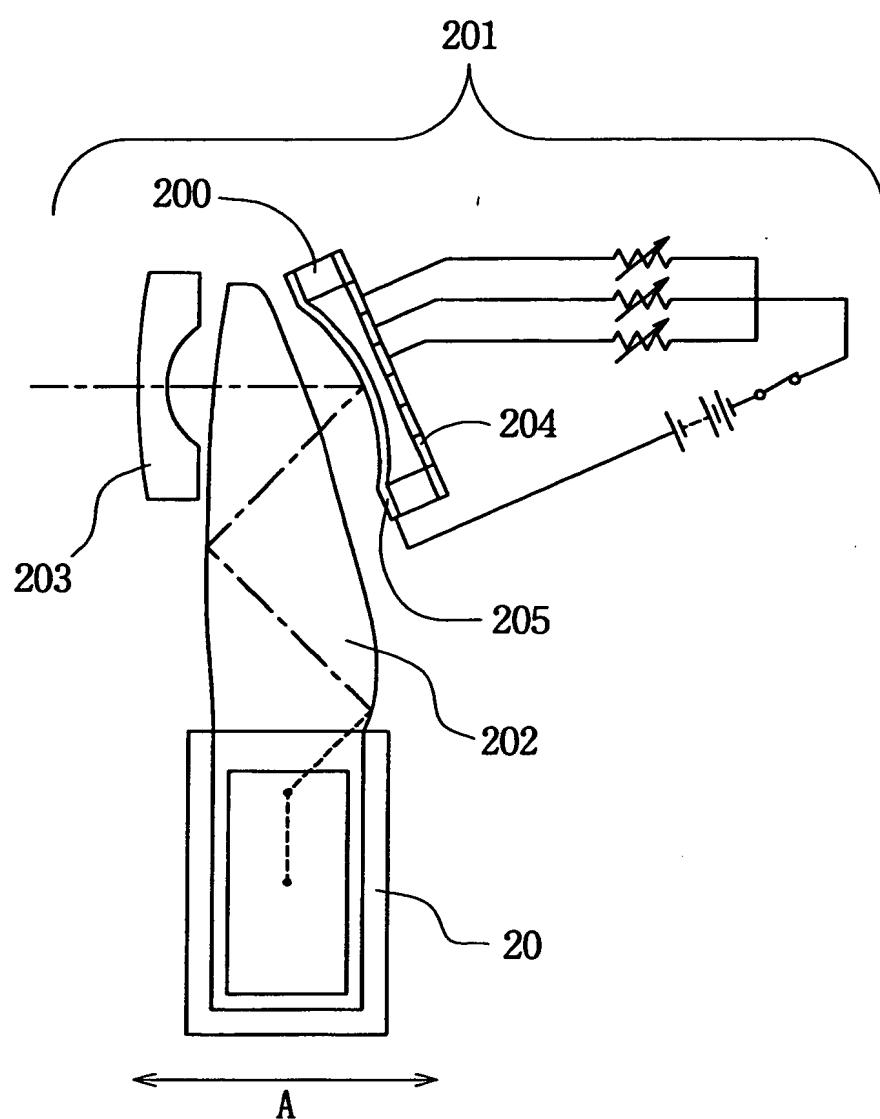
【図32】



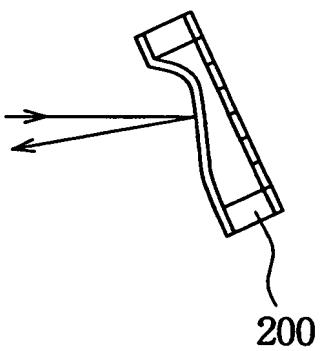
【図33】



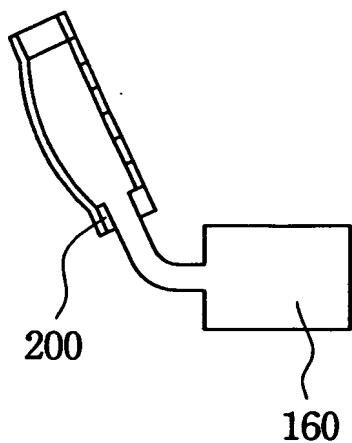
【図34】



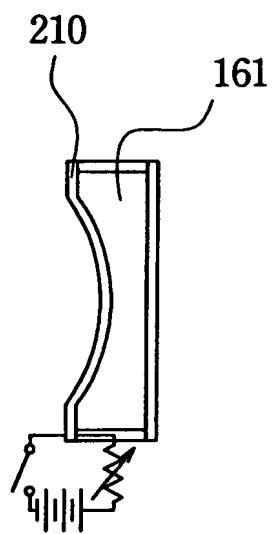
【図35】



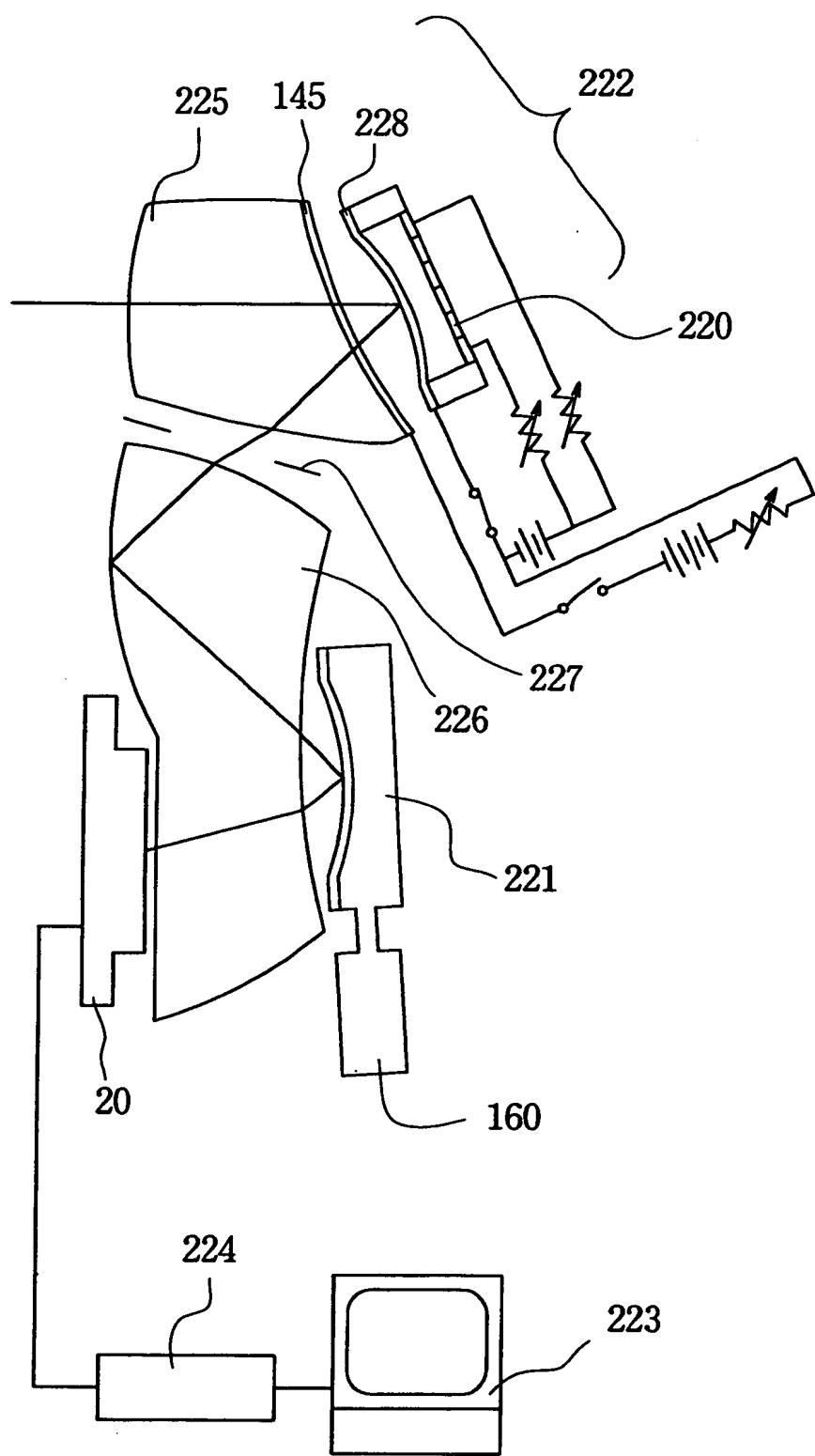
【図36】



【図37】



【図38】



【書類名】要約書

【課題】 小型、軽量で機能のグレードアップ、拡張性に富むデジタルカメラ及びそのシステム等の光学装置を提供する。

【解決手段】 単体で撮像可能であり、かつ、表示装置を備えないカード型のデジタルカメラ（以下デジカメと略記）1と、表示装置2を有し、カード型デジカメ1を接続可能なケース3とで、撮像および表示が可能なデジカメを構成するようになっている。表示装置2が不要な場合には、カード型デジカメ1単体で撮像することで、軽量なデジカメとなり、表示装置2が必要な場合には、ケース3と組合せて使用することができる。また、技術の進歩とともにデジカメに内蔵される固体撮像素子が高画素化等しても、カード部分をグレードアップしたものに交換すればよく、装置全体を陳腐化させずに済む。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社